



**FARKLI İRRİGASYON AKTİVASYON YÖNTEMLERİNİN KÖK DIŞ
YÜZEYİNDE OLUŞTURDUĞU SICAKLIK ARTIŞININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Şerife Seray ATEŞ

**UZMANLIK TEZİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

ŞUBAT 2023

ETİK BEYAN

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

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Şerife Seray ATEŞ

07/02/2023

FARKLI İRRİGASYON AKTİVASYON YÖNTEMLERİNİN KÖK DIŞ YÜZEYİNDE OLUŞTURDUĞU SICAKLIK ARTIŞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

(Uzmanlık Tezi)

Şerife Seray ATEŞ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Şubat 2023

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; internal kök rezorpsiyonuna sahip olmayan ve internal kök rezorpsiyonuna sahip olan dişlerde günümüzde kullanılan farklı irrigasyon aktivasyon tekniklerinin, köklerin dış yüzeyinde meydana getirdiği sıcaklık değişiminin değerlendirilmesidir. 120 adet tek köklü maksiller keser dişte standart preparasyon yapıldı ve rastgele seçilen dişler 60 adet örnek içeren 2 ana gruba ayrıldı: Grup 1: Simüle internal kök rezorpsiyonu (İKR) kavitesi içermeyen dişler (RK -), Grup 2: Simüle İKR kavitesi içeren dişler (RK +). Grup 2'ye ait dişlerde simüle internal rezorpsiyon kaviteleri oluşturuldu. Her bir ana grup 6 alt gruba (n=10) ayrıldı. Kontrol grubu hariç tutularak her alt gruba 5 farklı irrigasyon aktivasyon yöntemi uygulanarak %5'lik NaOCl ile irrigasyon yapıldı: Grup1a: Diod lazer aktive irrigasyon, Grup 1b: Er:YAG lazer aktive irrigasyon, Grup 1c: Fotonla indüklenmiş fotoakustik dalgalanma (PIPS tekniği), Grup 1d: Pasif ultrasonik irrigasyon (PUI), Grup 1e: Geleneksel şırınga irrigasyonu (GŞİ), Grup 1f: Kontrol grubu; Grup 2a: Diod lazer aktive irrigasyon, Grup 2b: Er:YAG lazer aktive irrigasyon, Grup 2c: PIPS tekniği, Grup 2d: PUI, Grup 2e: GŞİ, Grup 2f: Kontrol grubu. Tüm gruptaki örneklerin kök dış yüzeyinden kızılötesi termal görüntüleme cihazıyla 100 saniye boyunca görüntüler alınarak sıcaklık ölçümleri yapıldı ve sıcaklık değişim miktarları (ΔT) belirlendi. Gruplar arasındaki farklılığı karşılaştırmak amacıyla “Bağımsız Gruplar Üç Yönlü Varyans Analizi (3-way ANOVA)” kullanılmıştır. Bütün istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir. En yüksek sıcaklık değişim değerleri, diod lazer kullanılan rezorpsiyonlu örneklerin orta üçlü bölgesinden elde edildi. Diod lazer kullanılan rezorpsiyonsuz örneklerin koronal, orta üçlü ve apikal bölgelerinde, rezorpsiyonlu örneklerin ise orta ve apikal bölgelerinde; Er:YAG lazer kullanılan rezorpsiyonlu ve rezorpsiyonsuz örneklerin orta üçlü bölgesinde; PIPS tekniği kullanılan örneklerin koronal üçlü bölgelerinde sıcaklık artışları güvenli sınırın (10°C) üzerine çıkmıştır. PUI, GŞİ ve kontrol grubuna ait örneklerin koronal, orta üçlü ve apikal bölgeleri arasındaki sıcaklık farkı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0.05$)

Bilim Kodu : 10101.04
Anahtar Kelimeler : İnternal kök rezorpsiyonu, sıcaklık artışı, termal kamera, irrigasyon, Er:YAG, PIPS, diod, ultrasonik
Sayfa Adedi : 78
Danışman : Prof. Dr. Özgür İlke ATASOY ULUSOY

EVALUATION OF THE TEMPERATURE RISE CAUSED BY DIFFERENT IRRIGATION ACTIVATION METHODS ON THE OUTER SURFACE OF THE ROOT

(Thesis Residency)

Şerife Seray ATEŞ

GAZİ UNIVERSITY
FACULTY OF DENTISTRY

February 2023

ABSTRACT

The aim of this study; is to evaluate the temperature change caused by different irrigation activation techniques on the outer surface of the roots in teeth that do not have internal root resorption and have internal root resorption. Standard preparation was performed on 120 single-rooted maxillary incisors and randomly selected teeth were divided into 2 main groups containing 60 specimens: Group 1: Teeth without simulated internal root resorption (IRR) cavity (RK -), Group 2: Teeth with simulated IRR cavity (RK+). Simulated internal resorption cavities were created in the teeth of group 2. Each main group was divided into 6 subgroups (n=10). Excluding the control group, each subgroup was irrigated with 5% NaOCl using 5 different irrigation activation methods: Group 1a: Diode laser activated irrigation, Group 1b: Er:YAG laser activated irrigation, Group 1c: Photon-induced photoacoustic streaming (PIPS technique), Group 1d: Passive ultrasonic irrigation (PUI), Group 1e: Traditional syringe irrigation (GSI), Group 1f: Control group; Group 2a: Diode laser activated irrigation, Group 2b: Er:YAG laser activated irrigation, Group 2c: PIPS technique, Group 2d: PUI, Group 2e: GSI, Group 2f: Control group. Images were taken for 100 seconds from the root outer surface of the samples in all groups with an infrared thermal imaging device, temperature measurements were made and the amount of temperature change (ΔT) was determined. “Independent Groups Three Way Analysis of Variance (3-way ANOVA)” was used to compare the difference between the groups. A p-value <0.05 was considered to be statistically significant. The highest temperature change values were obtained from the middle triple region of the resorption samples using diode laser. In the coronal, middle triple and apical regions of the non-resorption samples using diode laser, in the middle and apical regions of the resorption samples; In the middle third region of the resorption and non-resorption samples using Er:YAG laser; The temperature increases in the coronal triple regions of the samples using the PIPS technique were above the safe limit (10°C). There is no statistically significant difference in the mean temperature difference between the coronal, middle third and apical regions of the samples belonging to the PUI, GSI and control groups ($p>0.05$).

Science Code : 10101.04

Key Words : Internal root resorption, temperature rise, thermal camera, irrigation, Er:YAG, PIPS, diode, ultrasonic

Page Number : 78

Supervisor : Prof. Dr. Özgür İlke ATASOY ULUSOY

TEŞEKKÜR

Endodonti uzmanlığı eğitimimde ve tezimin hazırlanmasında değerli tecrübelerini, zamanını, desteğini ve anlayışını esirgemeyen, kıymetli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Özgür İlke ATASOY ULUSOY'a

Öğrenim dönemim süresince üzerimde emeği olan Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Ana Bilim Dalındaki tüm değerli hocalarıma,

Tez çalışmam boyunca her konuda destek olan ve katkı sağlayan sayın hocam Doç. Dr. Mustafa Zeki YILMAZOĞLU'na

İstatistiksel verilerin değerlendirilmesinde katkı sağlayan ve vaktini ayıran sayın hocam Prof. Dr. Bülent ÇELİK'e

Tez deneylerim sürecinde desteklerini esirgemeyen Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Ana Bilim Dalı Başkanı Doç. Dr. Mehmet Burak GÜNEŞER'e

Dostlukları ile her an yanımda olan sevgili arkadaşlarım Gizem KAPLAN, Aybüke KARACA SAKALLI ve Arzu ŞAHİN MANTI'ya

Hep yanımda olan ve beni güçlendiren sevgili ailem Sezer ÇINBİL, Emine ORHAN, Ahmet Eray ORHAN, Yağmur ORHAN, Aydın ATEŞ ve Saniye ATEŞ'e

Her kararımdaya bana destek olan ve beni motive eden hayat arkadaşım Berkay ATEŞ'e

ve

Hayata yakın zamanda gözlerini yuman, hayatım boyunca arkamda duran en büyük desteğim Erol MERT'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kök Rezorpsiyonları	3
2.1.1 İnternal kök rezorpsiyonu	4
2.2. Kök Kanal Sisteminin İrrigasyonu	8
2.2.1 İrrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin artırılması.....	10
2.3. Kök Dış Yüzey Sıcaklık Ölçüm Yöntemleri.....	22
2.3.1. Kızılötesi termografik yöntem (termal kamera) ile sıcaklık değişimlerinin ölçülmesi	22
2.3.2. Termokupl ile sıcaklık değişimlerinin ölçülmesi.....	23
3. GEREÇ VE YÖNTEM	25
3.1. Diş Seçimi	25
3.2. Örneklerin Hazırlanması	25
3.3. Örnek Gruplarının Oluşturulması	26
3.3.1. Simüle internal kök rezorpsiyon (İKR) kavitelerinin hazırlanması	27
3.4. Termografik Ölçümler İçin Deney Düzenine Hazırlanması	29
3.5. İrrigasyon Aktivasyon Tekniklerinin Uygulanması.....	31

	Sayfa
3.6. Termografik Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi	33
3.7. İstatistiksel Değerlendirme.....	33
4. BULGULAR	35
5. TARTIŞMA	49
6. SONUÇLAR.....	59
KAYNAKLAR	61
EKLER.....	73
Ek-1. Etik Kurul Onayı.....	74
ÖZGEÇMİŞ	78

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Kök rezorpsiyonlarının histopatolojilerine göre sınıflandırılması.....	4
Çizelge 2.2. Sıcaklık değişiminin hedef dokuya etkisi	18
Çizelge 4.1. İrrigasyon protokollerinden sonra simüle İKR kavitesine sahip olan ve sahip olmayan dişlerin kök dış yüzeyinde meydana gelen sıcaklık değişim skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri (ort ± ss)	35
Çizelge 4.2. Simüle İKR kavitesi içermeyen dişlerde irrigasyon yöntemi ve lokalizasyon etkileşimine ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları	37
Çizelge 4.3. Simüle İKR kavitesi içermeyen dişlerde lokalizasyon ve irrigasyon yöntemi etkileşimine ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları	38
Çizelge 4.4. Simüle İKR kavitesi içeren grupta irrigasyon yöntemi ve lokalizasyon etkileşimine ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları	39
Çizelge 4.5. Simüle İKR kavitesi içeren dişlerde lokalizasyon ve irrigasyon yöntemi etkileşimine ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları	40
Çizelge 4.6. İrrigasyon yöntemi, rezorpsiyon ve lokalizasyon etkileşimine ilişkin varyans analizi sonuçları	42

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Eğinin ultrasonik enerjiiyle su içerisinde meydana getirdiği akustik akım ve kavitasyonun şematik gösterimi	12
Şekil 2.2. Lazer ışınlarının biyolojik dokularda oluşturduğu etkinin bağlı olduğu faktörler	16
Şekil 2.3. Er:YAG lazer ablasyon mekanizmasının şematik gösterimi	21
Şekil 4.1. Simüle İKR kavitesi içermeyen örneklerde irrigasyon yöntemi ve lokalizasyona göre ΔT ölçümlerinin dağılımı	36
Şekil 4.2. Simüle İKR kavitesi içeren örneklerde irrigasyon yöntemi ve lokalizasyona göre ΔT ölçümlerinin dağılımı	36
Şekil 4.3. a: Diod lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içermeyen dişte başlangıç sıcaklığının kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi b: Diod lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içermeyen dişte son sıcaklığın kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi.....	43
Şekil 4.4. a: Diod lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte başlangıç sıcaklığının kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi b: Diod lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte son sıcaklığın kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi.....	44
Şekil 4.5. a: Er:YAG lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içermeyen dişte başlangıç sıcaklığının kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi b. Er:YAG lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte son sıcaklığın kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi.....	45
Şekil 4.6. a: Er:YAG lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte başlangıç sıcaklığının kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi b. Er:YAG lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte son sıcaklığın kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi.....	46
Şekil 4.7. a. PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu sırasında simüle İKR kavitesi içermeyen dişte başlangıç sıcaklığının kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi b: PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte son sıcaklığın kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi	47
Şekil 4.8. a: PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte başlangıç sıcaklığının kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi b: PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte son sıcaklığın kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi	48

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Uzun aksı boyunca iki fragmana ayrılmış dişte simüle İRK oluşturulması .	28
Resim 2.2. a: Simüle İKR kaviteleri oluşturulmuş fragmanların siyonoakrilat jel ile birleştirildikten sonra akışkan kompozit rezin ile güçlendirilmesi sonucu elde edilen örneğin bukkal görünümü b: Simüle İKR kaviteleri oluşturulmuş fragmanların siyonoakrilat jel ile birleştirildikten sonra akışkan kompozit rezin ile güçlendirilmesi sonucu elde edilen örneğin palatinal görünümü	28
Resim 2.3. Simüle İKR kavitesi içeren örneğin sabit bir radyografi düzeneğinde meziodistal yönde görüntülenmesi.....	29
Resim 2.4. Oda sıcaklığının dijital bir termometre aracılığıyla kontrolü	30
Resim 2.5. Deney düzeneğinin görüntüsü	30
Resim 2.6. Deneyler sırasında kullanılan Er:YAG lazer cihazı.....	32

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
#	Numara
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
µs	Mikrosaniye
cm	Santimetre
G	Gauge
Hz	Hertz
IR	Infrared, Kızılötesi
mJ	MiliJoule
ml	Mililitre
mm	Milimetre
nm	Nanometre
sn	Saniye
W	Watt
ΔT	Sıcaklık farkı
ε	Emisivite

Kısaltmalar	Açıklama
CBCT	Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi
CO₂	Karbon dioksit
EDTA	Etilendiamintetraasetik asit
Er, Cr: YSGG	Erbium, chromium: yttrium scandium galium garnet
Er: YAG	Erbium, yttrium aluminium garnet
GŞİ	Geleneksel şırınga irrigasyonu
İKR	İnternal kök rezorpsiyonu
KTP	Potassium titanyl phosphate
LAI	Lazer aktive irrigasyon
MTA	Mineral trioksit agregat
NaOCl	Sodyum hipoklorit

Kısaltmalar	Açıklama
Nd: YAG	Neodimium: yttrium aluminium garnet
PAD	Fotoaktivasyonla dezenfeksiyon (Photoactivated disinfection)
pH	Hidrojen konsantrasyonunun eksi logaritması (power of hydrogen)
PIPS	Foton indüklü fotoakustik dalgalanma (Photon induced photoacoustic streaming)
PUI	Pasif ultrasonik irrigasyon
RK -	Rezorpsiyon kavitesi içermeyen dişler
RK +	Rezorpsiyon kavitesi içeren dişler
SWEEPS	Şok dalgası gelişmiş emisyonlu fotoakustik akış (Shockwave enhanced emission photoacoustic streaming)

1. GİRİŞ

İnternal kök rezorpsiyonu, diş sert dokularının daimi kaybıyla sonuçlanan patolojik bir süreç olup, endodontik tedavi sırasında güçlüklerle karşılaşılabilen durumlardan biridir. Dental literatürde etiyojisi ve sınıflaması hakkında birçok bilgi bulunan internal kök rezorpsiyonu, temelde bir pulpa bozukluğudur ve bu hastalığın başarılı bir kök kanal tedavisi ile ilerlemesini önlemek mümkündür [1].

Yıkama ve şekillendirme işlemleri, başarılı bir kök kanal tedavisinin temel unsurlarıdır [2]. Kök kanal sisteminde çeşitli anatomik varyasyonlar nedeniyle, yalnızca mekanik şekillendirmeye ulaşılamayan alanlarda, irrigasyon solüsyonları aracılığıyla kanal içi temizlik sağlanabilir [3]. Çeşitli irrigasyon aktivasyon teknikleri, kök kanal sistemi içerisinde kimyasal dezenfeksiyonun etkisini ve mekanik enstrümantasyon sonrası kanal temizlik düzeyini artırmak amacıyla önerilmektedir [4, 5]. Son yıllarda lazer ışınları, endodontide debris ve smear tabakasını uzaklaştırma, dentin dokusuna daha fazla penetre olarak kök kanal sisteminin karmaşık yapısı içinde ulaşılamayan bölgelerde dezenfeksiyon sağlama gibi amaçlar ile kullanılmaktadır [6, 7]. Kanal duvarlarında düzensizlikler meydana getiren internal kök rezorpsiyonu vakalarında da başarılı bir tedavi için etkili kemomekanik preparasyon şarttır [8]. Mekanik preparasyonun yanında uygulanan irrigasyon aktivasyon yöntemleri sayesinde, bu düzensiz alanlardaki bakteri miktarının azaldığı gözlemlenmiştir [9].

Endodontide lazer kullanımında, literatürde tartışma konusu olan önemli bir sorun lazerin *in vivo* ortamda pulpa ve periodontal dokular üzerindeki olası termal etkileridir. Lazerin kök kanallarında kullanımı sırasında karşılaşılan en önemli problem, meydana gelen sıcaklık artışının periodontal dokular üzerinde oluşturabileceği hasarlar sonucu doku nekrozlarının, etkilenen dişlerde kök rezorpsiyonlarının veya ankilozların meydana gelmesidir [10, 11].

Bu çalışmanın amacı; simüle edilmiş internal kök rezorpsiyon kavitesine sahip olan ve olmayan dişlerde kullanılan güncel irrigasyon aktiveleştirme tekniklerinin, köklerin dış yüzeyinde meydana getirdiği sıcaklık değişiminin değerlendirilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

Endodonti; pulpa ve periapikal doku hastalıkları, bu hastalıkların nedenleri, önlenmesi ve tedavisi konusunu inceleyen bir bilim dalıdır. Kök kanal tedavisi özetle, dişin canlı dokusu olan pulpanın canlılığını kaybetmesi ve mikroorganizmalarca enfekte olması sonucu enfekte pulpa ve artıklarının, lokal anestezi altında kök kanalından uzaklaştırılması, ardından kemomekanik preparasyon ile yeterli temizliğin sağlanması ve periapikal dokuları iyileştirmek ve/veya sağlığını korumak amacıyla uygun materyallerle kök kanalının sızdırmaz bir şekilde doldurulması aşamalarını içeren tedavi yöntemidir [12]. Günümüzde protez ve implant tedavilerinin yerine doğal dentisyonun korunması ve dişlerin ağızda tutulabilmesi amacıyla kök kanal tedavisi, başarı ile uygulanmaktadır. Endodontik tedavi ile dişlerin ağızda tutulması, bu tedavinin daha az invaziv olması ve yumuşak doku konturunun implant tedavilerine göre estetiğini koruması endodontik tedaviyi daha tercih edilebilir kılar[13, 14].

Anatomik olarak zor vakaların endodontik tedavisinde güçlükler yaşanmaktadır. Bu tür vakalar şunlardır: kalsifiye kök kanalları, eğri kanallar, kök rezorpsiyonları. Bu tür vakaların tedavisinde hem kemomekanik enstrümantasyon, hem irrigasyon aşamaları, hem de doldurma prosedürlerinde güçlükler yaşanmaktadır. Bunlar içinde yönetimi en zor vakalardan biri de kök rezorpsiyonlarıdır.

2.1. Kök Rezorpsiyonları

Kök rezorpsiyonları, diş sert dokularının klastik aktivite sonucu kaybı olarak tanımlanmaktadır ve fizyolojik ya da patolojik olabilmektedir. Fizyolojik rezorpsiyonlar, süt dişlerinde görülürken, patolojik rezorpsiyonlar daimi diş sert dokularında görülen rezorpsiyonlardır. Daimi diş kök rezorpsiyonları onarılmazsa etkilenen dişin erken kaybına sebep olabilmektedir [15].

Her rezorpsiyonun bir veya birden fazla etiyolojisi ve spesifik bir patogenezi mevcuttur. Dolayısıyla etiyoloji ve patogenezi hakkında kapsamlı bilgi elde etmek, teşhis koymayı ve yapılacak tedavi yöntemini belirlemeyi kolaylaştırır [16]. En güncel kitabi veriler ışığında, kök rezorpsiyonlarını histopatolojilerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür: [17]

Çizelge 2.1. Kök rezorpsiyonlarının histopatolojilerine göre sınıflandırılması [17]

Eksternal kök rezorpsiyonu	İnternal kök rezorpsiyonu
Eksternal inflamatuvar rezorpsiyon	İnternal inflamatuvar rezorpsiyon
Eksternal servikal rezorpsiyon	İnternal replasman rezorpsiyonu

2.1.1 İnternal kök rezorpsiyonu

İnternal kök rezorpsiyonu (İKR), kök iç yüzeyindeki dentin ve dentin tübüllerinin klastik hücreler aracılığıyla progresif yıkımıdır [18].

İnternal kök rezorpsiyonunun etiyojisi ve patogenezi

Kök rezorpsiyonunun oluşabilmesi için çeşitli etkenler vardır. Her bir rezorpsiyon türü, kendi özel gerekliliklerini içerir. Ancak ‘rezorpsiyon üçlüsü’ olarak adlandırılan üç temel etken:

1. Dokudaki doğal bariyerin yıkılması
2. Sürekli, uyarıcı bir faktör
3. Klastik hücrelerin kan desteğinin (beslenmesinin) devam etmesi

olarak özetlenmiştir. Bu üç etken, rezorpsiyonun meydana gelebilmesi için gereklidir [16]. Buna en açıklayıcı örnek olarak internal inflamatuvar rezorpsiyon verilebilir. İnternal inflamatuvar rezorpsiyonlarda, rezorpsiyon alanının koronalindeki pulpa nekrotik olabilirken, apikal bölgede kalan canlı pulpadaki bağ dokusunda sert doku rezorpsiyonuna neden olacak hücreler bulunur. Koronal bölgede bulunan sürekli bakteriyel faktörler, kan desteği ile klastik hücrelerin rezorpsiyon alanında aktive olması ve koruyucu bariyer preentinin yıkılmasıyla rezorpsiyon ilerleme gösterir. Başka bir deyişle patolojik olayların meydana gelebilmesi için canlı hücelere ihtiyaç vardır. Pulpal canlılığın tamamen kaybolması internal inflamatuvar rezorpsiyonu durdurur. Yer değiştirme rezorpsiyonu ise histolojik olarak dentinin rezorbe olduğu daha yavaş ilerleme gösteren bir rezorpsiyon türüdür.

Dolayısıyla, rezorbe alanlarda metaplastik osteoid ya da sement benzeri sert doku birikiminin olduğu bir yapım ve yıkım olayıdır [19].

İnternal kök rezorpsiyonu (İKR), koruyucu odontoblast tabakasının ve predentinin zarar görmesi sonucu mineralize dentinin açığa çıkarak odontoklastlarca yıkımı sonucu oluşur. Odontoklastların dentini rezorbe etmesi sonucu meydana gelen kavitede granülasyon dokusu oluşur. [18, 20].

İnternal kök rezorpsiyonunun görülme sıklığı

İnternal kök rezorpsiyonu, eksternal kök rezorpsiyonuna kıyasla daha nadir görülür [18]. İKR, yaygın olarak keser dişlerde görülürken, özellikle alt molar dişlerde de gözlenir [19]. İKR'ye erkeklerde kadınlara göre daha sık rastlandığı raporlanmıştır [21].

Birçok çalışmada, İKR görülme sıklığının %0.1 ile %1 arasında olduğu bildirilmiştir [22-24]. Ancak İKR hakkında yapılan epidemiyolojik çalışmalarda genellikle 2 boyutlu görüntüleme sistemleri kullanılmış ve çalışmaların histolojik yönleri eksik kalmıştır. İKR epidemiyolojisi için daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu rapor edilmiştir [18]. Cabrini ve arkadaşları, kalsiyum hidroksitle pulpatomi yapılan 28 dişten 8'inde histolojik olarak rezorpsiyon belirtileri görüldüğünü bildirmiştir [25].

İnternal kök rezorpsiyonunun klinik ve radyografik özellikleri

Kalıcı dentisyonda meydana gelen rezorpsiyonlar tedavi edilmezse, dişin erken kaybıyla sonuçlanabilir [18]. İnternal kök rezorpsiyonunun klinik özellikleri etkilenen pulpanın histolojik durumuna, rezorbe olan sert doku miktarına, kök kanal boşluğu içindeki rezorpsiyon kavitesinin yerleşim yerine bağlıdır. Rezorpsiyon vakaları çoğunlukla semptomsuzdur ancak rezorpsiyonun aktif olduğu aşamada vital pulpa dokularının bakteriyel kontaminasyonu ile pulpitis semptomları görülebilir. İlerleyen safhalarda pulpa nekrozu gelişerek apikal bölgeyi etkilemeye başlarsa, akut ya da kronik apikal periodontitis semptomları görülebilir. Bazı vakalarda kökün apikalinde ya da lateralinde rezorpsiyona ve sert doku yıkımına bağlı olarak sinüs yolu oluşumu görülebilir. Koronal bölge yerleşimli vakalarda genişleyen granülasyon dokusunun yansıması sebebiyle 'pink spot' görünümü oluşabilir, fakat internal rezorpsiyon vakalarında nadir görülür ve karakteristik değildir [26].

Kök rezorpsiyonlarında radyografik görüntü önemli bir teşhis kriteridir. Geleneksel radyografik yöntemlerle internal ve eksternal rezorpsiyonların ayrıca teşhisinde lezyonların radyografide görülen karakteristik özellikleri önemlidir. Gartner ve arkadaşları [27], internal kök rezorpsiyonuna sahip dişlerin radyografilerinde lezyonun tamamının benzer densitede, düzgün sınırlı ve simetrik olduğunu rapor etmiştir. Kök kanal sisteminin herhangi bir yerinde internal kök rezorpsiyonu çeşitli densitelerde ve şekillerde kök kanalıyla ilişkili olarak gözlenebilir. İnternal inflamatuvar kök rezorpsiyonları, daha düzgün ve simetrik sınırlı radyolüsent alan olarak gözüktürken, internal yer değiştirme (metoplastik) rezorpsiyonu, içindeki kalsifiye dokulardan (odaklardan) kaynaklı radyopak alanlar içeren bulutlu radyolüseni görünümüne sahiptir [26].

Eksternal servikal kök rezorpsiyonları da granülatöz, kalsifiye ya da her iki dokunun karışımını içeren lezyonlar olarak görülebilir ve bu durum, İKR'den ayırt edilmesini zorlaştırır. Gartner ve arkadaşları [27], internal kök rezorpsiyonunu kök kanalının normal sınırları içinde meydana gelen genişlemeler olarak tanımlamışlardır. Örneğin, tek köklü internal rezorpsiyona sahip dişlerde kök kanal devamlılığı lezyon içinde izlenemezken eksternal servikal kök rezorpsiyonuna sahip dişlerde lezyon sınırları bukkalde veya palatinal/lingualde kök kanalına süperpoze olmuştur. Çok köklü dişlerden alınan iki boyutlu radyografilerde meydana gelebilecek süperpozisyonlardan dolayı yanlış teşhis konma ihtimali daha yüksektir [27].

Özetle, internal kök rezorpsiyonu klinik muayenede, kromda renk değişikliği ile kendini gösterebilirken geleneksel radyografik muayene ve konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) teşhis için zorunludur. Radyografide yuvarlak ya da oval şekilli, sınırları düzgün, pulpa odasının içinde bulunan radyolüsent alan olarak gözlenir [28].

İnternal kök rezorpsiyonunun tedavisi

Rezorpsiyon teşhisi konmuş bir dişin tedavi sürecine başlarken rezorpsiyon kavitesinin lokalizasyonu göz önünde bulundurulmalı ve tedavi amacı etiyolojik etkenleri ortadan kaldırmaya yönelik olmalıdır [16]. Öncelikle internal kök rezorpsiyonu teşhisi konmuş bir diş, restore edilebilirliği göz önünde bulundurularak prognoz açısından değerlendirilmelidir [18]. İKR tedavisi için endodontik tedavi bir seçenektir. Tedavi, kalan vital dokunun kaldırılmasıyla kan akışının kesilmesi, koronal bölgedeki nekrotik doku artıklarının

temizlenmesi, dezenfeksiyonun sağlanması ve etkili bir tıkama işlemi yapılması aşamalarını içermelidir [29]. Ancak tedavi sırasında granülasyon dokusunun kanaması, düzensiz alanların yeterince temizlenememesi gibi çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Kök kanal tedavisi ile granülasyon dokusu kaldırılırken klastik hücrelere giden kan akışı da kesilir [19]. Kanal duvarlarında düzensizlikler meydana getiren bu patolojide başarılı bir tedavi için kök kanal tedavisi sırasında etkili bir kemomekanik preparasyon şarttır [8]. İKR kavitelerinin tüm duvarlarına mekanik debridmanla ulaşılamadığı göz önüne alındığında, irrigasyon solüsyonunun bu düzensizliklere sızması etkin bir tedavi sağlamak için daha fazla önem kazanmaktadır [30]. Burleson ve arkadaşları [9], mekanik preparasyon sonrası yapılan irrigasyon aktivasyonunun, ulaşılamayan alanlardaki nekrotik doku ve biyofilm artıklarını temizlemekte etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, kalsiyum hidroksitin kanal içi dezenfektan olarak kullanılması antibakteriyel etkinliği artırdığı için İKR vakalarında kullanımı tavsiye edilmektedir [31]. Kalsiyum hidroksit ayrıca, klastik aktiviteyi baskılayarak rezorpsiyonun ilerlemesini durdurucu özelliğe sahiptir [31]. İnternal kök rezorpsiyonuna sahip dişlerin kanal tedavisinde kullanılan kanal dolgu materyali, yeterli adaptasyonun sağlanabilmesi amacıyla akıcı bir kıvama sahip olmalıdır. İnternal rezorpsiyon alanında herhangi bir perforasyon yoksa termoplastik yöntemler tercih edilebilir, ancak rezorpsiyon alanı perfore olarak komplike hale geldiyse mineral trioksit agregat (MTA), biyoseramik gibi materyaller tercih edilmelidir [32]. Gençoğlu ve arkadaşları [33], simüle internal kök rezorpsiyonu kavitelerinde obtürasyonun kalitesini değerlendirdikleri çalışmalarında sıcak gutta perka dolum tekniğinin, termafill ve soğuk lateral kondenzasyon tekniğinden daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Ulusoy ve arkadaşları, sıcak gütta-perka dolum tekniği esnasında internal kök rezorpsiyonu içeren dişlerde kök dış yüzeyinde meydana gelen sıcaklık değişimini incelemişlerdir [8].

İnternal kök rezorpsiyonununun tedavi işlemleri sırasında kök dış yüzeyinde oluşan sıcaklığın önemi

Diş kökü ile alveolar kemik arasında yer alan ve birbiri arasındaki bağlantıyı sağlayan yapı periodontal ligamenttir [30]. Diş hekimliğinde kullanılan hızlı döner aletler, kimyasal reaksiyonla sertleşen dolgu ya da ölçü malzemeleri de dahil bir çok işlem sert ve yumuşak dokularda sıcaklık artışına sebep olabilmektedir. Yapılan işlemler sırasında periodontal ligament, pulpa, diş eti, kemik, mine, dentin ve sementte meydana gelen sıcaklık artışını inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır [9, 10, 31-39]. Dental prosedürler sırasında kök dış

yüzeyinde meydana gelen 7°C'lik sıcaklık artışıyla periodontal dokularda histolojik değişiklikler başlar, 10°C'lik bir sıcaklık artışı farkı geri dönüşümsüz hasar meydana getirir [8, 34]. Sıcaklık artışı, operasyon bölgesinin soğutulması ve çevre dokuların sıcaklığı iletme kabiliyeti gibi faktörlere bağlıdır [40]. Dentin nispeten iyi bir yalıtkan olmasına rağmen, sıcak güta-perka obturasyon tekniklerinin uzun süreli kullanımı, post sökümü, lazer ile dezenfeksiyon ve ultrasonik aletlerin kullanılması sonrası kök dış yüzeylerinde alveoler kemik reaksiyonu ile sonuçlanan sıcaklık artışı bildirilmiştir [41-43]. Ancak, kök kanallarının irrigasyonu sırasında kullanılan aktifleştirme yöntemlerinin kök dış yüzeyinde oluşturduğu sıcaklık artışını inceleyen çok sınırlı sayıda araştırma mevcuttur [11]. Bununla birlikte, literatür incelendiğinde İKR'ye sahip olan dişlerde yapılan irrigasyon aktifleştirme işlemlerinin kök dış yüzey sıcaklığına etkisi hakkında herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır.

2.2. Kök Kanal Sisteminin İrrigasyonu

Endodontik tedavi, birbirine bağlı olaylar zinciridir ve bu zincirde kök kanalının etkin temizlenmesi ve şekillendirilmesi belirleyici bağlantıdır [26]. Kök kanalının genişletilmesi, temizleme işleminin direkt ve daha kolay bir şekilde yapılabilmesine olanak sağladığı için günümüzde şekillendirme ve temizleme tanımının daha doğru olduğu savunulmaktadır [26]. İrrigasyon solüsyonlarının, kök kanalı boyunca ilerleyebilmesi ve apikale kadar ulaşabilmesi, kök kanalı içinde etkili bir temizlik için gereklidir. Bunu sağlayabilmek amacıyla yeterli bir biyomekanik preparasyon ile konik form oluşturulmalıdır. Optimal dezenfeksiyonun sağlayabilmesi; preparasyonun şekliyle, enfekte dentinin kaldırılmasıyla ve irrigasyon solüsyonlarının ilerleyebileceği bir boşluk oluşturulmasıyla yakından ilişkilidir.

Temizleme ve şekillendirme aşamaları; enfekte yumuşak ve sert dokuların kaldırılması, irrigasyon solüsyonlarının giriş kavitesinden kök kanalı boyunca gönderilmesi, medikamanların gönderilebilmesi ve/veya uygun tıkamanın sağlanabilmesi için boşluk oluşturulması ve kök kanal yapısının korunması olarak sıralanır [26].

İrrigasyon, biyomekanik işlemler sırasında oluşan organik ve inorganik doku artıklarının uzaklaştırılması, kontamine dentinin elimine edilmesi ve dentin geçirgenliğinin artırılması amacıyla kök kanallarının çeşitli solüsyonlarla yıkanması işlemidir [35]. Mekanik enstrümantasyon sırasında açığa çıkan smear tabakasının uzaklaştırılması ve organik

dokuların çözülebilmesi için de irrigasyon solüsyonlarına ihtiyaç vardır [36]. İrrigasyon sayesinde, enstrüman ve dentin arasındaki sürtünme azaltılır, böylece kullanılan aletlerin kırılma ihtimali azaltılarak aletin kesme etkinliği artırılır, apikalde biriken debris uzaklaştırılarak apikal tıkanmalar önlenir [37].

Endodontik tedavi için kullanılacak irrigasyon solüsyonu seçiminde antimikrobiyal aktivite, toksisite, doku çözme özelliği, yıkama etkisi gibi birçok faktör dikkate alınmalıdır. İdeal irrigasyon solüsyonunda bulunması gereken özellikler: [26, 38]

1. Geniş spektrumlu antimikrobiyal etkiye sahip olmalı, germisid ve fungusid etki göstermeli
2. Bakteriyel endotoksinleri inaktive etmeli
3. Kanal sisteminin debridmanına yardımcı olmalı
4. Nekrotik dokuları eritebilmeli
5. İnorganik dokuyu çözmeli
6. Düşük toksisite özelliğine sahip olmalı
7. İyi bir lubrikant olmalı
8. Ulaşılamayan alanlara kolay nüfuz edebilmesi için düşük yüzey gerilimine sahip olmalı
9. Smear tabakasını uzaklaştırabilmeli
10. Kullanılan kanal içi medikamanları uzaklaştırabilmeli
11. Enstrümanları korozyona uğratmamalıdır.

Günümüzde kullanılan irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini artırabilmek amacıyla pH'sı düşürülmüş, sıcaklığı artırılmış ve yüzey gerilimini düşürmek amacıyla sürfaktan

eklenmiştir [39, 40]. Ancak, tüm bu çalışmalara rağmen ideal özellikleri tamamıyla barındıran bir irrigasyon solüsyonu bulunmamaktadır.

Sodyum hipoklorit (NaOCl); antibakteriyel etkisinin yüksek olması, nekrotik dokuyu, vital pulpa dokusunu ve diğer organik bileşenleri çözebilme kapasitesi gibi özellikleri nedeniyle, endodontide altın standart olarak kabul edilmektedir[41]. Ayrıca, düşük yüzey gerilimi sayesinde dentin duvarlarına iyi diffüze olabilmesi ve ucuz olması bu solüsyonun başlıca tercih edilme sebeplerindendir [42, 43]. Sodyum hipokloritin antimikrobiyal etkisinde solüsyondaki serbest klor varlığı ve yüksek pH seviyesi ($pH > 11$) önemli yer tutmaktadır [42]. Hatta NaOCl'nin antimikrobiyal etkinliğinin organik madde varlığında bile devam ettiği bildirilmiştir [44]. Sıcaklık ve konsantrasyon arttıkça NaOCl'nin antimikrobiyal etkinliği artmaktadır [45].

NaOCl'nin dokulara olan toksik etkisi, kötü tadı ve kokusu, alerjik özelliği ve inorganik dokuya etkisi olmaması dezavantajları arasında sayılabilir [37].

2.2.1 İrrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin artırılması

İrrigasyon solüsyonlarının etkinliği, sıcaklık, dokuyla temas süresi, solüsyonun tazeliği, yüzey gerilimi ve çeşitli aktivasyon yöntemlerine bağlıdır [12]. Etkili bir irrigasyon için irrigasyon solüsyonlarının kök kanal duvarlarıyla direkt temasının sağlanması gerekmektedir. Ayrıca kök kanal sisteminin en küçük çaplı bölümü olan apikal üçlüde havanın hapsedilmesiyle buhar kilidi oluşabilmektedir. Bu kilit, irrigasyon solüsyonlarının yer değiştirmesini ve debridmanını olumsuz etkileyebilir [46]. Bu sebeplerden, irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini artıracak çeşitli sistemler geliştirilmiştir [4].

İrrigasyon aktivasyonunun, sadece kök kanalı içinde değil anatomik olarak ulaşılması zor alanlarda ve hatta dentin tübüllerinde irrigasyon solüsyonlarının antibakteriyel ve antibiyofilm etkinliğini artırdığı açıktır. Ultrasonik enerji ve lazerler, çokça araştırılan irrigasyon aktivasyon yöntemlerindendir [47].

İrrigasyon solüsyonlarının aktivasyonunda ultrasonik enerji kullanımı

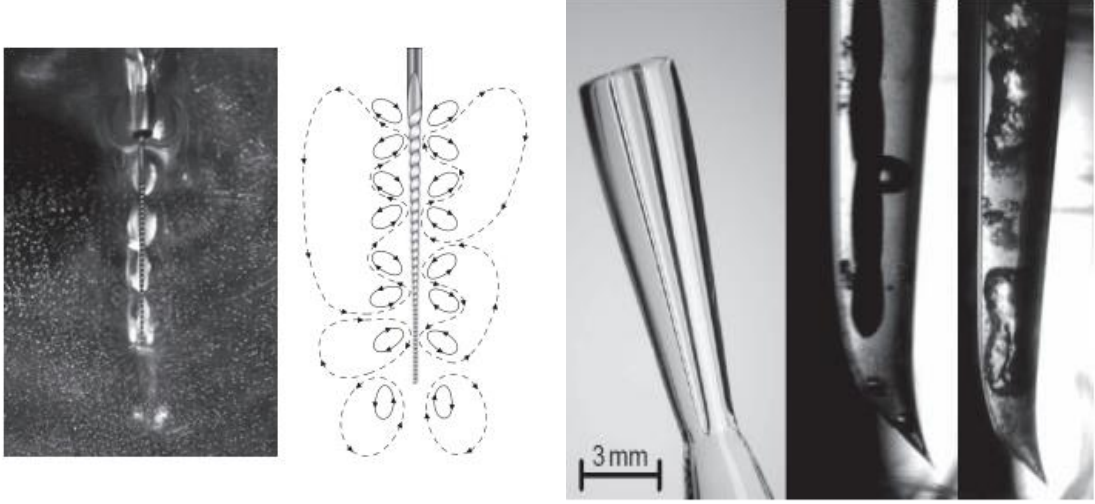
İnsan kulağı, 20-20.000 Hz arasındaki sesleri duyar. Bu sınırın altındaki seslere infrasonik, üzerindeki seslere de ultrasonik sesler denir [48]. Ultrasonik sesler, insan kulağının

duyabileceği sınırın üzerindeki frekansta ses dalgalarıdır. Orijinal ultrasonik aletlerde frekans aralığı 25 kHz – 40 kHz'dir [49]. Ultrasonik enerji, irrigasyon solüsyonlarının aktifleştirilmesinde en sık kullanılan uygulamalardan biridir. Ultrasonik aletler önceleri periodontoloji alanında kullanılırken, endodonti pratiğinde 1957 yılında Richman tarafından ilk kez kullanılmıştır [4]. 1980 yılında Martin tarafından tasarlanan bir ultrasonik ünite, endodontik kullanım için ticari olarak temin edilebilir hale gelmiştir [50].

Ultrasonik enerjinin endodontide kullanım alanları [49]:

1. Kalsifiye kanalların ve tıkanmış kanal ağzlarının bulunması, pulpa taşlarının kaldırılması
2. Kanal içinde kırılmış enstrümanların ve postların çıkarılması
3. İrrigasyon solüsyonlarının aktivasyonu
4. Gütta-perkanın kondensasyonu
5. Mineral trioksit agregat benzeri tıkaçıcı maddelerin yerleştirilmesi
6. Endodontik cerrahi sırasında kök ucu kavite preparasyonu ve kök ucu dolgu materyalinin yerleştirilmesi
7. Kök kanal preparasyonu

Ultrasonik enerji, irrigasyon solüsyonunda kavitasyon ve akustik dalgalanma oluşturur [49]. Akustik akım, sıvının titreşen bir ege etrafında dairesel veya girdap şeklinde hızlı hareketi olarak tanımlanabilir. Kavitasyon ise bir sıvı içinde buhar kabarcığı oluşturma ya da önceden var olan kabarcığın genişlemesi, büzülmesi (kontraksiyon), ve/veya bükülmesi (distorsiyon) olarak tanımlanmaktadır. Akustik akım sayesinde, enstrümante edilmiş kanallardan debris etkili bir şekilde uzaklaştırılabilmektedir [51].



Şekil 2.1. Eğinin ultrasonik enerjiyle su içerisinde meydana getirdiği akustik akım ve kavitasyonun şematik gösterimi [51]

Literatürde iki farklı ultrasonik aktivasyon yöntemi bildirilmiştir, bunlar eş zamanlı ultrasonik irrigasyon ve pasif ultrasonik irrigasyon (PUI) olarak tanımlanmaktadır.

Eş zamanlı ultrasonik irrigasyon; enstrümantasyonla beraber eş zamanlı olarak yapılan irrigasyondur. Eş zamanlı ultrasonik irrigasyonun, karmaşık kanal anatomisine bağlı olarak tüm kanal duvarlarıyla aynı miktarda temasta olmaması nedeniyle kontrolsüz preparasyonlara sebep olduğu görülmüştür [26]. Ultrasonikle aktive edilen eğeler özellikle eğimli kanallarda kanal deviasyonları, apikal zipler ve kök perforasyonları oluşturabilir. Meydana getirebileceği bu komplikasyonlardan dolayı klinik uygulamalarda tercih edilmemektedir [52].

Pasif ultrasonik irrigasyon (PUI); akustik enerjinin yarattığı salınımı eğe veya düz bir tel yardımıyla kök kanal duvarlarına temas etmeden kanal içindeki irrigasyon solüsyonuna iletmesi yoluyla gerçekleşir [26]. Pasif ultrasonik irrigasyon terimi ilk kez Weller ve arkadaşları tarafından 1980 yılında tanımlanmıştır [53]. Kanal içindeki doku artıklarını ve debris uzaklaştırmakta, PUI'nin geleneksel irrigasyon yönteminden daha etkili olduğu konusunda genel bir görüş birliği bulunmaktadır. Kanal düzensizlikleri olan alanlarda ve oval şekilli kanallarda geleneksel irrigasyon sonrasında çok miktarda debris kaldığı görülmüştür [54]. PUI sırasında kanal içinde daha yüksek hız ve hacimde solüsyon akışı olduğu için, ulaşılması zor alanlarda daha fazla miktarda debris elimine edilmekte, daha az apikal tıkanıklık oluşmakta ve kullanılan kimyasal ürünler aksesuar kanallara daha iyi ulaşmaktadır [55].

Pasif ultrasonik irrigasyonda iki yıkama tekniği vardır. Bunlar; devamlı irrigasyon, yani aktifleştirme ile eş zamanlı olarak irrigasyon solüsyonu verilmesi; aralıklı irrigasyon, yani kök kanalının irrigasyon solüsyonuyla doldurulması ardından aktifleştirme yapılması ve her döngü sonrası solüsyonun yenilenmesi esasına dayanır [4, 56]. Ultrasonik aktivasyonda kullanılan eğeler dar ve eğri kanallarda sıkışabilmektedir, bu durum titreşim hareketini kısıtlayarak temizleme etkinliğinin azalmasına hatta kullanılan eğenin kırılmasına sebep olmaktadır [57]. Yine eş zamanlı ultrasonik irrigasyonda kanal duvarlarıyla temas eden enstrümanın serbest titreşimleri engellenerek titreşim sayısı azalır. Serbest salınım gösteren pasif ultrasonik irrigasyona göre irrigasyon solüsyonunun kavitasyon miktarı buna bağlı olarak da temizleme etkinliği azalır [58]. Aynı zamanda yüksek ultrasonik güçte titreşen küçük boyutta eğeler büyük boyuttakilere göre daha çok akustik kavitasyon üretir [59].

Ultrasonik enerjinin sıcaklık artışına etkisi

Ultrasonik enerji diş hekimliğinde birçok alanda kullanılmaktadır ancak meydana getirdiği sıcaklık artışıyla ilgili kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır [10, 56, 60-63]. Ultrasonik enerjinin, post çıkarma işlemleri sırasında meydana getirdiği sıcaklık artışının dokularda harabiyet oluşturduğuna işaret eden çalışmalar bulunmaktadır [61, 62]. Walters ve arkadaşları [59], post çıkarma işlemi sırasında kullanılan ultrasonik enerjinin sebep olduğu perforasyonun da etkisiyle gingival bölgelerde nekroz gelişimine sebep olduğunu bir olgu raporuyla bildirmişlerdir. Cameron ve arkadaşlarının [55] yaptığı bir çalışmada ise ultrasonik irrigasyon sırasında kök yüzeyinde ve iç kısmında meydana gelen sıcaklık devamlı ve aralıklı irrigasyon yapılarak ölçülmüş ve aralıklı irrigasyon sırasında özellikle immatür dişlerde 7°C'ye yakın artışlar görülmüştür.

İrrigasyon solüsyonlarının aktivasyonunda lazer kullanımı

Lazer kelimesi İngilizce “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” tanımlamasının akronimi olarak ortaya çıkmıştır. ‘Uyarılmış radyasyonun emisyonu ile ışığın yoğunlaştırılması’ anlamına gelen bu terim kısaca yoğunlaştırılmış ışık demektir [64]. Daha basit ifadeyle lazer, ışık enerjisini ısı enerjisine dönüştüren bir düzenektir. Lazerin prensipleri 1927 yılında Einstein tarafından ortaya konulan görelilik teorisine dayanmaktadır. 1960 yılında Theodore Maiman, bir yakut kristalinden çıkan kırmızı renk ışığı yayan ilk lazer cihazını geliştirmiştir [65]. Bunu takip eden yıllarda, dental

arařtırmacılar lazer enerjisinin uygulanabileceđi alanlar ile ilgili çalıřmalarda bulunmuřlardır [66]. 1970 ve 1980’li yıllarda sert dokuya daha etkili olduđu dűřünűlen karbon dioksit (CO₂) ve neodimium:yttrium aluminium garnet (Nd:YAG) lazerler űzerine daha yođun çalıřmalar yapılmıřtır [66].

Lazerlerin temel űzellikleri

Iřık bir elektromanyetik enerjidir ve bu enerjinin en kűűk űnitesi foton olarak adlandırılır. Lazer iřıđı ve sıradan iřıklar arasındaki temel fark lazer iřıđının monokromatik olmasıdır. Yani sıradan iřıklar prizmadan yansıtıldıklarında mor, mavi, yeřil, sarı, turuncu ve kırmızı gibi gűrűnűr iřık spektrumlarına ayrılırken lazerin sadece bir spesifik rengi vardır [66]. Bu űzellik lazerin tek bir dalga boyunda iřık űretmesini sađladıđı için bazı dokular ve spesifik uygulamalar için seçilmesine imkan sađlar. Dental kullanım için gűrűnűr ya da gűrűnmez iřıđa sahip lazerlerin ikisi de tercih edilebilir. Buna ek olarak lazerler 3 temel űzelliđe sahiptir.

1. Koherans (uyumluluk, dağılmazlık); Normal işığın tersine lazer işını dağılmaz, aynı yűn ve aynı fazı ortalamayan paralel dalgalardan oluşur. Lazerin bu űzelliđi ile işınların sapması en aza indirilir ve enerjinin bir noktada toplanması sağlanır.
2. Kolimasyon (doğrultulmuş işın); Normal işık çok kısa sűrede ve mesafede yayılabilirken lazer işını uzak mesafelere aynı doğrultuda ve incelikte ulaşabilmektedir. Bu nedenle lazer için doğrultulmuş işın (kolimasyon) ifadesi kullanılmaktadır
3. Etkinlik: Klinik kullanımda en űnemli űzellik lazerin etkinliđidir. Lazer iřınlarının bűyűk bir elektromanyetik alan gűcű vardır ve bu sayede enerji tařıyarak kűűk yűzeyle ilgili yođun bir enerji aktarırlar. űrneđin, 2 Watt (W) enerjiye sahip Nd:YAG lazer bunu termal enerjiye çevirir bűylece cerrahi iřlem için kullanılabilir [64].

Lazer-doku etkileşimi

Lazer ışını ile doku arasında 4 farklı etkileşim türü mevcuttur. Dental dokular kompleks yapıya sahip oldukları için bu dört etkileşim de aynı anda farklı miktarlarda meydana gelebilir[66]. Lazer enerjisi radyant enerjinin diğer tiplerine benzer şekilde absorbe edilebilir, yansıtılabilir, saçılabilir ve iletilebilir [64, 66].

1. Absorbsiyon; Absorbe edilen lazer enerjisi termal enerjiye dönüşerek doku üzerinde biyolojik etki yaratır [67]. Absorbe edilen toplam lazer enerjisi miktarı; dalga boyuna, atım gücüne, hedef dokunun optik özelliklerine (pigmentasyonuna) ve su içeriğine bağlıdır. Dental yapıların farklı ağırlıktaki su içeriğine bağlı olarak en düşükten en yükseğe absorbsiyon miktarları şöyle sıralanabilir; mine, dentin, kemik, diş taşı, çürük, yumuşak doku. Dişin ana yapısını oluşturan hidroksiapatit kristalleri ise dalga boyuna bağlı olarak geniş absorbsiyon aralığına sahiptir. Özetle, kısa dalga boyları pigmente dokular tarafından daha iyi absorbe olur. Uzun dalga boyu ise su ve hidroksiapatit ile etkileşir [66].

Genel olarak, diod, argon, Nd:YAG gibi kısa dalga boylarına sahip lazerler pigmente dokular tarafından iyi derecede absorbe edilir [68]. Erbium, yttrium aluminium garnet (Er:YAG), Erbium, chromium: yttrium, scandium galium garnet (Er,Cr:YSGG) gibi uzun dalga boyuna sahip lazerler suya ve hidroksiapatite karşı daha fazla afinite gösterir. CO₂ lazerler 10.600 nanometre (nm) ile en uzun dalga boyuna sahiptirler ve su tarafından iyi absorbe edilirler. Aynı zamanda diş dokularına en yüksek afiniteye sahip lazerdir [69].

2. İletim (transmission); Lazer enerjisinin dokuda hiçbir etki oluşturmadan ilerlemesidir. İletim, lazerin dalga boyuna bağlıdır. Örneğin, kısa dalga boyuna sahip Nd:YAG, argon ve diod lazer suyu iletirken, uzun dalga boyuna sahip Er:YAG ve CO₂ lazerler suyu absorbe eder [66].
3. Yansıma; Lazer ışınının dokuda hiçbir etki yapmadan yüzeyden geri yönlenmesidir. Çürük tespitinde kullanılan lazerler bu prensiple çalışırlar. Kullanıcı, lazerin bu özelliğinden kaynaklanan ışınlardan korunmak amacıyla koruyucu gözlük kullanmalıdır.

4. Saçılma; Saçılan ışınlar yoğunlaşan enerjiyi azaltır ve güçsüzleştirir. Dokuda istenmeyen ısınmalara ve zararlara yol açabilir [66]. Saçılma sonucu oluşan ısı, dişte erime, çatlak, protein denatürasyonu, pulpa enflamasyonu ve nekrozuna sebep olabilir [70].

İdeal lazer enerjisi; lazerin en az yansıma, saçılma ve iletme uğradığı bununla beraber en fazla absorbe edilebileceği dalga boyuna sahip olmalıdır. Absorbe edilen lazer enerjisi termal enerjiye dönüşerek doku üzerinde biyolojik etki yaratır [67]. Lazer ışınlarının su tarafından yüksek miktarda absorpsiyonu ışınım sırasında çevre dokulardaki termal etkilerinin azalmasına sebep olmaktadır. Absorbe olan lazer enerjisi, ısı enerjisine dönüşür. Dokulardaki hücre içi sıvının kaynarak buharlaşması hücrenin patlamasına neden olur [67, 71]. Sert dokuya uygulanan lazer ışınları su buharı oluşturur ve doku içindeki basıncın artmasına sebep olarak mikropatlamalarla genişmeye neden olmaktadır [72, 73]. Sert dokulara lazer uygulamalarında termal etkiden kaçınmak için lazerin atım süreleri çok azaltılmaktadır. Yumuşak dokulara lazer uygulamasında, gereken lazer enerjisi daha düşük olduğu için atım süreleri daha uzundur. Lazer sistemleri, atım süreleri ayarlanarak hem sert hem de yumuşak dokularda uygulanabilir [74]. Lazer ışınlarının biyolojik dokularda oluşturduğu etkiler çeşitli faktörlere bağlıdır [68] (Şekil 2.2).

<u>Lazer ile ilgili faktörler</u>	<u>Çevre ile ilgili faktörler</u>	<u>Doku ile ilgili faktörler</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Dalga boyu • Çalışma modu • Enerji veya güç çıkışı • Aktif süre • Frekansı • Lazer uygulama yöntemi (temaslı, temasız, hızlı hareketli, odaklanmış odaklanmamış) • Uygulama zamanı 	<ul style="list-style-type: none"> • Hava • Su • Kan 	<ul style="list-style-type: none"> • Lazer dalga boyuna karşılık gelen absorpsiyon katsayısı, • Termal iletim katsayısıdır

Şekil 2.2. Lazer ışınlarının biyolojik dokularda oluşturduğu etkinin bağlı olduğu faktörler [68]

Endodontide lazer kullanımı

Endodonti alanında lazer ilk kez, Weichman ve Johnson tarafından 1971 yılında kullanılmıştır. Yaptıkları çalışmada, *in vitro* bir deneyle yüksek güçlü CO₂ lazer kullanarak apikal forameni tıkamayı amaçlamışlardır [75]. Klinik uygulamada lazer kullanımına, ancak 1990lı yılların sonlarına doğru ince, esnek fiber uçların geliştirilmesiyle başlamıştır. Günümüzde lazerler çok çeşitli endodontik uygulamalar için kullanılmaktadır. Vital pulpa tedavileri, pulpadaki kan akımının değerlendirilmesi, kök kanal sisteminin temizlenmesi ve şekillendirilmesi, tekrarlayan kanal tedavileri, apikal cerrahi ve irrigasyon solüsyonlarının aktifleştirilmesi, bu uygulamalara örnek olarak verilebilir [76].

Endodontik tedavide kullanılan lazerler ve dalga boyları şu şekildedir: yttrium aluminium garnet (Er:YAG), 2940 nm; erbium, chromium: yttrium scandium galium garnet (Er,Cr:YSGG), 2780 nm; neodimium:yttrium aluminium garnet (Nd:YAG), 1064 nm; diod, 635 - 980 nm; potassium titanyl phosphate (KTP), 532 nm; karbondioksit (CO₂), 9600 – 10600 nm.

Endodontide lazer kullanımının sıcaklık artışına etkisi

Lazerin kök kanallarında kullanımında en önemli problem kanal içi sıcaklık artışı ile periodontal dokular üzerinde oluşabilecek hasarlar sonucu doku nekrozları, kök rezorpsiyonları veya etkilenen dişlerde ankilozların meydana gelmesidir. Lazer enerjisinin temel etkisi fototermaldir. Lazer enerjisinin doku üzerindeki termal etkisi sıcaklık artışının miktarı ve interstisyel ve hücreler içi sıvıdan meydana gelen reaksiyonlarla ilişkilidir. Çeşitli lazer kullanım prosedürleri de sıcaklık artış derecesini etkilemektedir; emisyon modu, güç yoğunluğu ve ekspozür miktarı. Lazer enerjisi absorbe edilirken sıcaklık meydana gelir. Bu da dokularda çeşitli değişikliklere sebep olur. Sıcaklık çok arttığında ısı iletimi geniş bir alanda kollateral termal travmaya neden olur [66] (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Sıcaklık değişiminin hedef dokuya etkisi [66]

Doku Sıcaklığı (°C)	Gözlenen Etki
37 – 50	Hipertermi
60 – 70	Koagülasyon, protein denatürasyonu
70 – 80	Kaynama, birleşme
100 – 150	Buharlaştırma ablyasyon
>200	Karbonizasyon

Lazer uygulanması sırasında açığa çıkan ısının, diş yapısında genellikle karbonizasyon, erime ve çatlaklara ve diş pulpasında da enflamasyon veya nekroza yol açacağı bildirilmiştir. Sert doku uygulamaları için CO₂ ve Nd:YAG lazerlerin uygulanması, karbonizasyon, dokuda erime, toksik madde formasyonuna yol açan protein denatürasyonu ve dokularda yapısal değişiklikler gibi zararlı etkiler oluşturma eğilimindedir. Kullanılan lazerin tipi ne olursa olsun kök kanallarını dezenfekte edebilme özelliği ısı etkisine bağlıdır. Güç ayarları doğru yapıldığında periodonsiyumda açığa çıkan ısı miktarı zararlı bir etki göstermemektedir [77]. Ayrıca periodontal membrandaki mikro dolaşımın soğutma etkisine bağlı açığa çıkan ısının *in vitro* şartlara kıyasla *in vivo* şartlarda daha kolay tolere edilebileceği düşünülmektedir [78].

Sonuç olarak lazer klinik şartlarda, etkili olabileceği en düşük dozlarda ve kısa periodlarda kullanıldığında periodontal dokuların korunmasının sağlanabileceği ileri sürülmektedir. Lazer uygulanması sırasında su soğutması kullanmanın kök kanal dentininde sıcaklık artışını önlediği ve oluşan zararı azalttığı bildirilmiştir [79]. Termal hasarı önlemek için su soğutması gerekli olsa da, fazla suyun absorpsiyonu etkileyebileceği ve lazerin ablyasyon oranını azaltacağı da bildirilmiştir[80].

Kök kanallarının dezenfeksiyonunda lazer kullanımı

Kök kanallarının lazerlerle dezenfeksiyonu periodontal dokularda termal yaralanmalara sebep olabilir. Bunun için uygun bir lazer parametresi seçmek gereklidir [77]. Lazelerin ürettiği enerji doku tarafından absorpsiyonu sonucu termal enerjiye dönüşür. Özellikle Er:YAG lazerlerin ablyasyon özelliğinden kaynaklı apikal foramenden çıkan ışınların periodontal hasara sebep olabileceği düşünülmektedir [81].

İrrigasyon solüsyonların lazer ile aktivasyonu (LAI)

Lazerler de ultrasonikler gibi irrigasyon etkinliğini artırmak amacıyla kullanılır. [4, 47].

Lazer enerjisi iki farklı şekilde irrigasyon aktifleştirmede kullanılır:

1. Moleküler düzeyde fotoaktivasyonla disenfeksiyon (PAD)
2. Hacimsel akışı sağlayan lazer aktive irrigasyon (LAI) [26].

LAI, lazer enerjisinin kanal içindeki sıvıda kavitasyon ve akustik akımla fotomekanik etki yaratma esasına dayanır [82]. Atımlı enerjinin transferi yoluyla irrigasyon solüsyonlarının aktivasyon yöntemi olarak tanımlanabilir [47, 83, 84]. Literatürde, orta kızıl ötesi erbiyum lazerlerin suda yüksek derecede absorbe olması ve hidroksiapatite yüksek afitesinden kaynaklı irrigasyon aktifleştirmede uygun olduğu gösterilmektedir [66, 85, 86]. Bunun yanında, yakın kızılötesi lazerlerden olan diod ve Nd:YAG lazerler de irrigasyon aktivasyonunda kullanılır [47, 86-88]. Bergmans ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, Nd:YAG lazerin 1 mm dentin derinliğinde bakterisidal etki yarattığı gösterilmiştir [88]. Koch ve arkadaşları [89], PUI ve foton indüklü fotoakustik dalgalanma (PIPS tekniği) ile irrigasyon aktifleştirme sırasında kök kanalı içindeki sıvı akış hızını ölçmüşler ve PIPS'in 10 kat daha yüksek ortalama hıza sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. White ve arkadaşları [90], ışının dentinin içine 0,5 mm girdiğinde başlangıçtaki enerjisinin yalnızca üçte birini kaybetmekte olduğunu bildirmişlerdir. Bu da lazerlerin dentinin daha derin tabakalarındaki bakterilere de etkili olabileceğini göstermektedir.

Bugünkü teknolojiyle, düşük enerji ile kısa aktivasyon sürelerinde uygulama yapmak mümkündür. Böylece termal hasar riski en aza indirilerek solüsyon aktivasyonu yapılabilir [91]. Ancak kanal içinde meydana gelen anatomik patolojik ya da patolojik olarak dentin duvarının incelendiği, internal kök rezorpsiyonu gibi, durumlarda oluşabilecek termal etkinin araştırıldığı güncel bir çalışma bulunmamaktadır.

Diod lazer

Yakın kızılötesi diod lazer, alüminyum ya da indiyum, galyum ve arsenik kullanılarak yarı iletken kristallerden üretilmiş katı aktif maddeye sahip lazerdir [92]. Dalga boyu 635-980 nm aralığındadır. Dental kullanım için 800-980 nm aralığı yakın kızılötesi görünmez non-

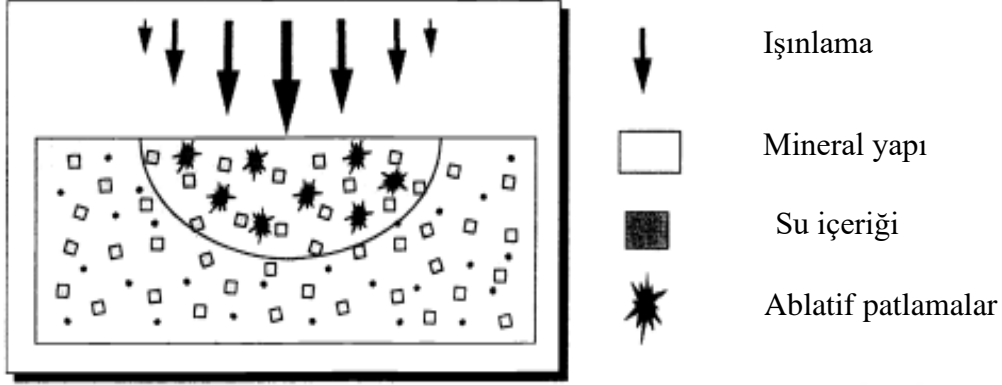
iyonize spektrum uygundur [66]. Diod lazerler, kısa dalga boyuna sahip lazerlerdir bu yüzden pigmente dokularca absorbe olabilirken su tarafından absorbe edilemez. Yine bu özelliğinden kaynaklı yumuşak doku cerrahisine uygundur. Sert diş dokularına zarar vermez [93, 94]. Diod lazerin diş hekimliğinde klinik uygulama alanları; post-operatif ağrıyı hafifletmek, periodontal tedavi, yumuşak doku cerrahisi, dentin hipersensitivitesinin giderilmesi, kavite ve kök kanal dezenfeksiyonu, diş beyazlatma işlemlerini içermektedir. Yeni nesil diod lazer küçük ve taşınabilir olması sayesinde kullanımı rahattır.

Er:YAG lazer

Er:YAG (2940 nm), erbiyum katkılı katı yitrium, alüminyum garnet kristallerinden oluşan orta kızılötesi katı hal lazeridir [95]. 1980lerin sonları 1990ların başlarında tıp ve diş hekimliği alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Er:YAG lazerin sahip olduğu yüksek dalga boyu, sert dokuların ablyasyonu ile termomekanik etkileşim meydana getirir [96]. Bu dalga boyuna sahip lazer enerjisinin cam moleküllerinden iletimi zor olduğu için fiber optik uçları argon, diod, Nd:YAG lazere kıyasla çok daha kalın, kırılğan ve düşük esnekliğe sahiptir [66].

Mine ve dentinin yapısı, organik ve inorganik içerikten oluşurken, yüksek orandaki mineral içeriği hidroksiapatit ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{OH}$) kristallerinden oluşmaktadır [97]. Organik yapı, hidroksiapatit kristallerine gömülü olarak yer alır. Su içeriğinin ise, %25'lik kısmı apatit kristallerine bağlı olarak bulunurken diğer kısmı ise apatit kristallerini bir kabuk gibi sarar. Lazer enerjisi, apatit kristallerinin içindeki hidroksil radikalleriyle ve dişin kristal yapısı içindeki suyla birleşir. Mineral içerikli madde içindeki suyun buharlaşması çok büyük bir hacim genişmesine sebep olurken, bu genişleme aynı zamanda çevresindeki materyalde patlamalara sebep olur [98]. Er:YAG lazerler, bu özelliği sayesinde diş hekimliğinde kavite preparasyonu, çürüklerin seçici olarak kaldırılması, dolguların kaldırılması, mine ve dentin yüzeyini pürüzlendirilmesi, çürüğe direnci arttırmak amacıyla kullanıldığı gibi periodontoloji ve oral cerrahi alanlarında da kullanımı mevcuttur [98]. Er:YAG lazerlerin dokuya temas etmeden kullanılabilmesi, geleneksel yöntemlerin ses, titreşim ve ağrı gibi olumsuz faktörlerini ortadan kaldırarak hasta ve hekim için daha rahat, anestezisiz ya da az ağrılı çalışma imkanı tanıdığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir [99]. Ayrıca bu işlemler esnasında pulpada minimal bir ısı yükselmesi, çevre dokuda minimal karbonizasyon ve çatlak oluşumu gözlemlenmiştir. Yalnız pulpaya yakın uygulamalarda termal etkinin

yanında mekanik tahribat da görülebileceğinden sisteme su soğutması ilave edilmiştir [100] (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Er:YAG lazer ablasyon mekanizmasının şematik gösterimi [98]

Er:YAG lazer atımları irrigasyon solüsyonu dolu kök kanalı içinde buhar baloncukları ve sekonder kavitasyonlarla sıvı içinde ablatif patlamalar oluşturur. Buhar baloncukları irriganın orijinal hacminin 1600 katına kadar hacimsel genişlemeye sebep olur. Bunun sonucunda oluşan yüksek kanal içi basınç sıvıyı kanal dışına çıkartır. 100-200 mikrosaniye (μs) sonra kabarcıklar, sıvıyı tekrar kanal içine çeken basınç yaratır ve ikincil kavitasyon etkisini başlatır [73, 86, 101]. Bu sayede tüm kanal boyunca irrigasyon solüsyonun dinamik hareketi sağlanır ve termal etki oluşur [91]. George ve arkadaşları [102], Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerlerin irrigasyon aktivasyonu sırasında meydana gelen sıcaklık değişimini 10 döngüde döngüler arası irrigasyon yaparak toplam 60 saniye boyunca kök dış yüzeyinden termokupl aracılığıyla ölçmüş ve her iki lazerde de sıcaklık artış değerinin 2°C olarak belirlemişlerdir.

Son zamanlarda, Er:YAG lazerler subablatif enerji düzeyinde, ultra kısa atımla ($50 \mu\text{s}$) kullanılmaktadır. Bu foton indüklü fotoakustik dalgalanma (PIPS tekniği) olarak adlandırılmaktadır [86]. PIPS, kök kanalında kullanılan solüsyonların temizleme ve dezenfeksiyon özelliğini artırırken, dentin tübüllerinin termal yaralanma riskini azalttığı belirtilmiştir [103].

En güncel yaklaşım ise, şok dalgası gelişmiş emisyonlu fotoakustik akış (SWEEPS) sayesinde irrigasyon solüsyonuna güçlü şok dalgaları aktararak irrigasyon solüsyonunun akışını hızlandırmayı amaçlar [73].

2.3. Kök Dış Yüzey Sıcaklık Ölçüm Yöntemleri

Endodontik tedavi aşamalarının dişin dış kök yüzeyi sıcaklık artışlarının oluşmasındaki etkileri pek çok çalışmada değerlendirilmiştir [11, 104-106]. Bu çalışmalarda, dış yüzeyde oluşan sıcaklık değişimlerini ölçmek amacıyla termal kamera ve termokupl gibi yöntemler/gereçler kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında, simüle internal kök rezorpsiyonuna sahip dişlerin kök kanal irrigasyonları sırasında uygulanan farklı aktivasyon yöntemlerinin kök dış yüzeylerinde oluşturduğu sıcaklık değişimleri kızılötesi termografik yöntem ile değerlendirilmiştir.

2.3.1. Kızılötesi termografik yöntem (termal kamera) ile sıcaklık değişimlerinin ölçülmesi

Termografi, “sıcaklık resmi” anlamına gelen Fransızca kökenli temassız ölçüm yöntemidir. Kızılötesi termografi, ışınımı algılayan, ölçen ve bunu, denetlenen yapının yüzey sıcaklığı ile ilişkilendiren elektronik optik cihazlar (termal kamera) ile elde edilir [107]. Termal kamera, kızılötesi (700 nm ile 1 milyon nm arasında) dalga boyu spektrumunda, gözle görülmeyen infrared (IR) enerjiyi esas alan ve görüntünün genel yapısını IR enerjiye göre oluşmuş renkler ve şekillerin oluşturduğu görüntüleme sistemidir [108]. Bir cisim tarafından salınan ışınımın miktarı sıcaklık arttıkça artar. Böylece, sıcaklık değerindeki farkları görmemizi sağlar [107]. Çıplak gözle tespit edilemeyen, ancak ciddi sonuçlara yol açabilecek problemleri net olarak görmemizi sağlar. Termal kamerayla çekilen fotoğraflar sıcak noktaları açık renkle, soğuk noktaları ise koyu renkle göstererek problemin kaynağını kolayca bulmaya yardımcı olur[108, 109]. Sıcak cisimler, termografik bir kamera tarafından görüntülendiklerinde daha soğuk arka planların yanında daha belirgin görüntü oluştururlar. Bu özellik sayesinde, insanların ve diğer sıcakkanlı hayvanların gündüz ya da gece rahatlıkla görülebilmesini sağlar [107]. Sıcaklığı ölçülecek cisme temas gereksinimi olmadan geniş bir yüzeyin sıcaklık değişimlerini ölçebilmesi önemli avantajlarından [106].

Her cismin ısı yayma kapasitesi farklıdır kameralar ve yazılım programları tasarlanırken bu özellik göz önüne alınmıştır, termal imaj sisteminin doğruluğu incelenen materyalin ısı yayma katsayısı değerine bağlıdır. Bu nedenle yazılım sistemi ile ölçümler değerlendirilirken incelenen maddeye özgü kalibrasyon yapılmalıdır. Isı yayma katsayısı emisivite olarak adlandırılmaktadır. Emisivite (ϵ), bir malzemenin enerji yayma yeteneğini

tanımlar ve yüzey özellikleriyle güçlü bir şekilde ilişkilidir. Bu değer 0,0 iletimsiz, 1,0 iletimli arasında değerlendirilmektedir. Siyah bir nesnenin emisivite değeri 1,0'dır. Diğer bütün nesnelere için 1,0'ın altındadır [110]. Diğer emisivite değeri 0,91 olarak kabul edilmektedir. [111].

Termal kameralar, çeşitli sektörlerde kullanılan, alanların ya da cisimlerin sıcaklık değerlerini saptayabilen pahalı tanı cihazlarıdır [107]. Ortamın durumunu siyah - beyaz veya renkli olarak gösterebilirler. Her sıcaklık değerinde farklı IR yayılımları olduğu ve her IR yayılımı farklı dalga boyuna sahip olduğu için bu araçlar belli sıcaklık aralıklarında görüntü verebilirler ve görüntü oluşturabildikleri geniş bir sıcaklık aralığına sahiptirler. Bu kameralarda kullanılan objektifler çok küçük sıcaklık farklarını algılayabilen (0,01°C gibi) ve bu sıcaklık farkından görüntü oluşturabilen özelliktedir [107]. Bina yalıtımından güvenlik amaçlı taramalara kadar çok çeşitli alanlarda kullanılabilen termal kameraların sağlık sektöründe de kullanımı oldukça yaygındır. Sağlık sektöründe özellikle yüksek ateşe sebep olan hastalıkların tespiti için kullanılmaya başlanmıştır. Tıpta iç yaralanma, iltihap ve damar tıkanıklıklarının teşhisinde kullanılır [106]. Dental araştırmalarda infrared termografi sistemini ilk kullanan araştırmacılar Hussey ve arkadaşları [106] olmuştur. *In vivo* ve *in vitro* çalışmalarda çok kez kullanılan termal kameralar debonding işlemleri, kök kanal preparasyonu, yenilenmesi, obturasyonu, temizlenmesi aşamalarında, post kavitesi açılması ve post sökümü işlemlerinde, kavite preparasyonu işlemleri sırasında sıcaklık ölçümünde kullanılabilir [8, 10, 11, 106, 112]. Aynı zamanda miyofasiyal ağrı sendromu, temporomandibular eklem iltihaplanmaları gibi durumlarda da teşhis koymayı kolaylaştırır [106].

Endodonti çalışmalarında sert ve yumuşak dokularda meydana gelen sıcaklık değişimlerini değerlendirirken geniş bir yüzeyin sıcaklığını ölçmesi, temassız ve daha doğru ölçümler yapması gibi avantajları nedeniyle termal kamera oldukça sık kullanılmaktadır. Bunun yanında daha ucuz ve ulaşılabilir yöntem olan termokupl da sıcaklık ölçümü amacıyla kullanılmaktadır [106].

2.3.2. Termokupl ile sıcaklık değişimlerinin ölçülmesi

Termokupl, iki farklı alaşım veya metalin uçlarının birleştirilmesi ile oluşan bir sıcaklık ölçü elemanıdır. Birleşme noktası sıcak nokta, diğer iki uç ise soğuk noktadır. Termokuplun

sıcaklığı ölçme prensibi; bu iki uç arasındaki birleşimde oluşan sıcaklık farkının uçlar arasında doğurduğu gerilimin ölçülmesi esasına dayanır ve bu ölçüm sıcaklık farkıyla orantılıdır. Bu gerilim farkının oluşabilmesi için soğuk noktaların sıcaklığının değişmemesi (Termokupl uçlarının ısınmaması) gerekmektedir. Bir termokupl, sıcaklığa bağlı bir voltaj üretir ve bu voltaj, sıcaklığı ölçmek için yorumlanabilir. Termokuplun çalışma prensibi kısaca sıcaklığı ölçülecek nesneye tutturulan uç ile daha düşük bir sıcaklıkta sabit tutulan uç arasındaki sıcaklık farkının oranlanarak okunması esasına dayanır [106]

Termokuplun termal kameraya göre avantajları ucuz olması, kendinden güç alması, böylece harici bir şarj sistemi gerektirmemesidir. Dezavantajları ise, 1°C altındaki ölçümlerde yüksek hata oranı göstermesi, geniş yüzey sıcaklıklarını ölçememesi, ölçüm sırasında yüzey teması gerektirmesidir [106].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır. (Tarih: 12.05.2022 Karar No: GÜDHKA EK.2022.09/2)

3.1. Diş Seçimi

Bu çalışmada; benzer ebatlarda son bir ay içinde çekilmiş tek köklü dişler kullanıldı ve % 0,1'lik timol solüsyonunda (Galenik ecza ve kimyevi maddeler a.ş., İzmir, Türkiye) 4°C'de saklandı. Çürük, kök kırığı, rezorpsiyon ve birden fazla kök kanalı bulunan veya immatür apekse sahip dişler çalışma dışı bırakıldı. Diş köklerindeki tek kanal varlığı radyografik değerlendirmeyele doğrulandı. Bu kriterleri sağlayan dişlerin dış yüzeyindeki yumuşak doku artıkları ve kalkuluslar bir orak uçlu kuretuar yardımıyla temizlendi. Bu çalışmada çalışma öncesinde gerçekleştirilen Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA) kullanılarak yapılan power analizi sonuçları doğrultusunda, %85 güç ve %5 yanılma düzeyinde gruplar arasındaki farkların istatistiksel olarak önemliliğini test edebilmek için alt grupların her birine en az 10'ar örneğin dahil edilmesi uygun görülmüştür. Örneklem genişliği hesaplamaları G*Power 3.1.9.6 (Franz Faul, Universität Kiel, Kiel, Germany) paket programında yapılmıştır.

120 adet çekilmiş tek köklü insan maksiller kesici diş kullanıldı. Standardizasyon sağlayabilmek amacıyla meziodistal kök genişliği 1.5 ± 1.0 mm ve bukkolingual kök genişliği 2.0 ± 1.5 boyları da 22.0 ± 2.0 mm olan dişler seçildi.

3.2. Örneklerin Hazırlanması

Bu tez çalışmasında kullanılacak 120 adet dişin kök kanallarına ulaşabilmek amacıyla geleneksel giriş kavimleri elmas rond frez (Hager & Meisinger, Neuss, Germany) kullanılarak hazırlandı. #10 K tipi kanal eğesi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) apikal foramenden görünene kadar ilerletildi ve çalışma uzunluğu bu ölçülen uzunluktan 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi. Kök kanallarının genişletilmesi Dia X-File (DiaDent Group International, Chungcheongbuk, Korea) döner eğe sistemi ile üretici firmanın talimatları doğrultusunda belirlenen hız ve tork (300 rpm hız, 2 N/cm tork) değerlerinde tork kontrollü endodontik motor (Woodpecker Ai-Motor, Guillin, Guangxi, China) kullanılarak

gerçekleştirildi. Sırasıyla DX, D1, D2, D3, D4, D5 eğeleri ile çalışma boyuna kadar genişletilme yapıldı ve her eğe değişiminde kök kanalları 2 ml %2,5 sodyum hipoklorit (NaOCl) (Microvem, Altun Medikal, İstanbul, Türkiye) ile irrigate edildi. Temizleme ve şekillendirme işlemleri tamamlandıktan sonra, kök kanalları, sırasıyla 5 ml %2,5 NaOCl, ardından %17 etilendiamintetraasetik asit (EDTA) (Microvem, Altun Medikal, İstanbul, Türkiye) ve en son 5 mL serum fizyolojik kullanılarak yandan çıkışlı 30 gauge irrigasyon iğnesi (Navi-Tip, Ultradent, ABD) ile 1 dakika süre boyunca irrigate edildi. Kök kanalları standart kağıt konular (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile kurutuldu.

3.3. Örnek Gruplarının Oluşturulması

Kemomekanik preparasyonu tamamlanan 120 adet örnek, her grup rastgele seçilmiş 60 örnek içerecek şekilde iki ana gruba ayrıldı; rezorpsiyon kavitesi içermeyen dişler (RK -) (Grup 1) ve rezorpsiyon kavitesi içeren dişler (RK +) (Grup 2). Bu gruplar da irrigasyon solüsyonunun aktifleştirilmesinde kullanılacak yöntemlere göre 6 alt gruba ayrıldı. Böylece toplam 12 grup üzerinde değerlendirme yapıldı:

Grup 1a (n=10): RK -, Diod lazer aktive irrigasyon

Grup 1b (n=10): RK -, Er:YAG lazer aktive irrigasyon

Grup 1c (n=10): RK -, Foton indüklü fotoakustik dalgalanma tekniği ile irrigasyon (PIPS)

Grup 1d (n=10): RK -, Pasif ultrasonik irrigasyon (PUI)

Grup 1e (n=10): RK -, Geleneksel şırınga irrigasyonu (GŞİ)

Grup 1f (n=10): RK -, Kontrol grubu (irrigasyon yok)

Grup 2a (n=10): RK +, Diod lazer aktive irrigasyon

Grup 2b (n=10): RK +, Er:YAG lazer aktive irrigasyon

Grup 2c (n=10): RK +, Foton indüklü fotoakustik dalgalanma tekniği ile irrigasyon (PIPS)

Grup 2d (n=10): RK +, Pasif ultrasonik irrigasyon (PUI)

Grup 2e (n=10): RK +, Geleneksel şırınga irrigasyonu (GŞİ)

Grup 2f (n=10): RK +, Kontrol grubu (irrigasyon yok)

3.3.1. Simüle internal kök rezorpsiyon (İKR) kavitelerinin hazırlanması

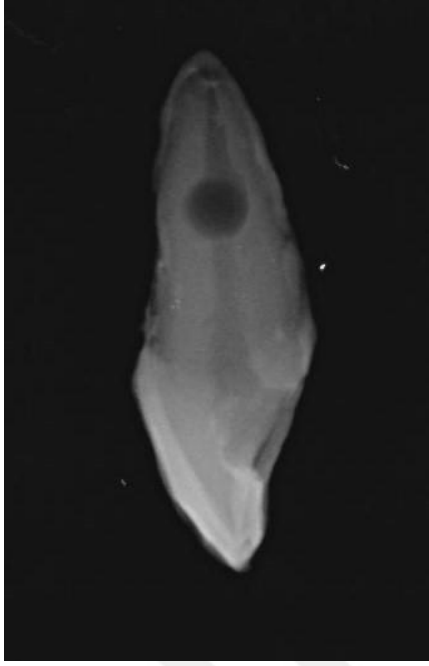
Preparasyonu tamamlanmış 60 adet örnek, çift yönlü bir elmas disk yardımı ile bukko-lingual yönde uzunlamasına düz oluklar açılarak zayıflatıldı. Ardından bir keski ve çekiç yardımı ile uzun eksenleri boyunca iki eşit parçaya bölündü. İki ayrı kök fragmanında oluşturulacak simüle internal kök rezorpsiyonu kavitelerinin aynı hizaya denk gelmesini sağlamak amacıyla, her bir örneğin boyu, 0,01 mm hassasiyete sahip dijital bir kumpas (Mitutoyo Corporation, Japan) ve bir ip aracılığıyla ölçülerek üç bölgeye ayrıldı. Simüle İKR kavitelerinin yerleri asetat kalem ile işaretlendi. Her yarım kök fragmanının orta üçlü bölgesinde bir elmas rond frez (Hager & Meisinger, Neuss, Germany) ile 1,15 mm derinliğinde ve 2,3 mm çapında yarım daire kaviteler hazırlandı (Resim 1). Daha sonra bu iki fragman, siyanoakrilat jel yapıştırıcı (Scotch Super Glue gel; 3M, St Paul, MN) ile tekrar bir araya getirilerek yapıştırıldı ve akışkan kompozit (Neo Spectra ST Flow, Dentsply, Ballaigues, İsviçre) ile sağlamlaştırıldı (Resim 2a, 2b). Böylece her örnekte 2,3 mm çapa sahip küre şekilli kaviteler oluşturuldu. Simüle İKR kaviteleri içeren örnekler sabit bir radyografi düzeneğinde meziodistal yönde görüntülendi (Resim 3), radyografilerde simüle İKR kavitelerinin uygun şekilde oluşturulup oluşturulmadığı kontrol edildi.



Resim 2.1. Uzun aksı boyunca iki fragmana ayrılmış dişte simüle İRK oluşturulması



Resim 2.2. a: Simüle İKR kaviteleri oluşturulmuş fragmanların siyonoakrilat jel ile birleştirildikten sonra akışkan kompozit rezin ile güçlendirilmesi sonucu elde edilen örneğin bukkal görünümü b: Simüle İKR kaviteleri oluşturulmuş fragmanların siyonoakrilat jel ile birleştirildikten sonra akışkan kompozit rezin ile güçlendirilmesi sonucu elde edilen örneğin palatinal görünümü



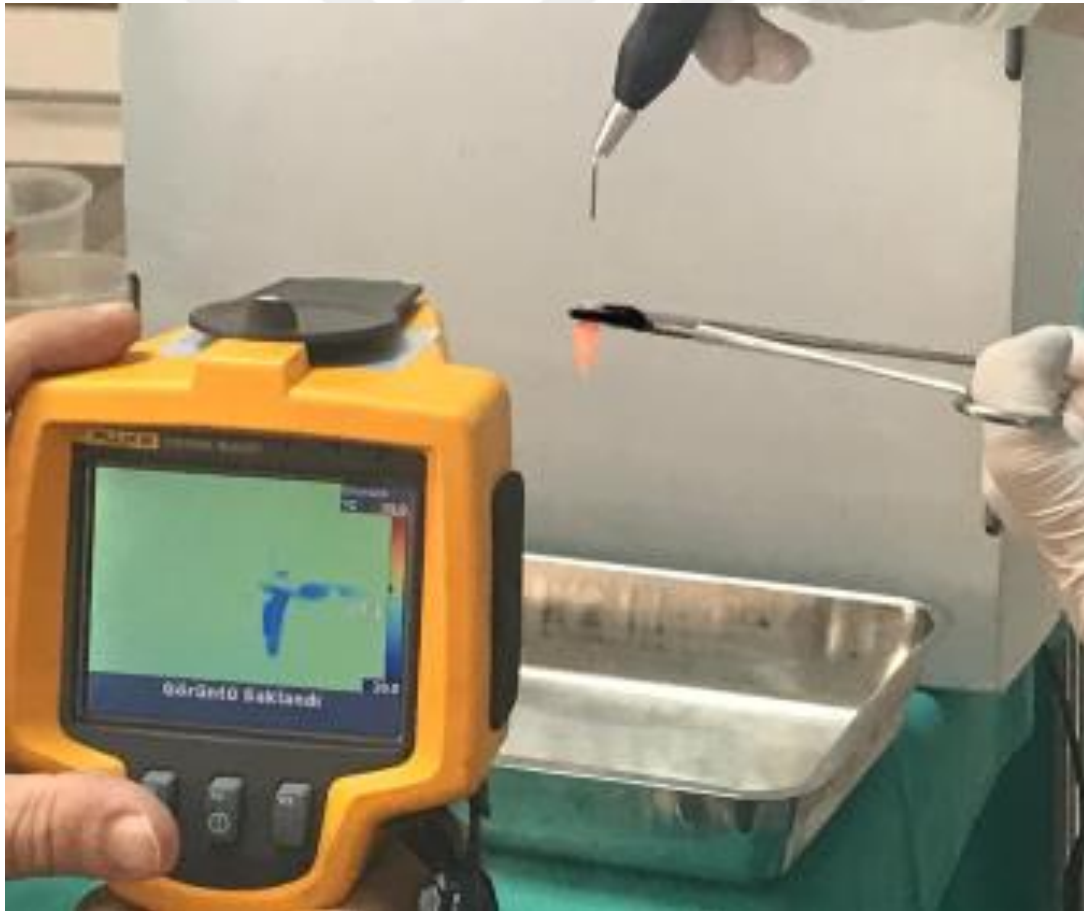
Resim 2.3. Simüle İKR kavitesi içeren örneğin sabit bir radyografi düzeneğinde meziodistal yönde görüntülenmesi

3.4. Termografik Ölçümler İçin Deney Düzeneginin Hazırlanması

Oda sıcaklığı dijital bir termometre aracılığıyla (Xiami, Beijing, China) ölçüldü (Resim 4). Sıcaklık $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ derecede sabitlendi ve deney boyunca sabit tutuldu. Odadaki pencere ve klimalar hava akımını önlemek amacıyla kapalı tutuldu. Arka planı sabit tutmak amacıyla düz ve yalıtkan bir fon oluşturuldu. Dişler bu fon dahilinde portegü (Tıpkimsan, Fatih, İstanbul, Türkiye) aracılığıyla kron bölgesinden kök yüzeyi hiçbir yere temas etmeyecek şekilde tutuldu. Portegünün uç kısmı yalıtkan siyah bir elektrik bandı ile çevrelendi. Termal kamera örneğe 25 ± 5 cm uzaklıkta olacak şekilde yerleştirildi.



Resim 2.4. Oda sıcaklığının dijital bir termometre aracılığıyla kontrolü



Resim 2.5. Deney düzeneğinin görüntüsü

3.5. İrrigasyon Aktivasyon Tekniklerinin Uygulanması

Geleneksel şırınga irrigasyon tekniği (GŞİ): Yandan çıkışlı 30-gauge (G) irrigasyon iğnesi (Navi-Tip, Ultradent, Utah, ABD) çalışma boyundan 1-2 mm kısa olacak şekilde kök kanallarına yerleştirildi. Kök kanalları 100 sn boyunca 10 ml %5'lik NaOCl (Microvem, Altun Medikal, İstanbul, Türkiye) ile aralıksız, herhangi bir aktifleştirme yapılmadan, manuel olarak irrigate edildi. İrrigasyon sıvısının taşması aralıklarla tükürük emici kullanılarak önlendi.

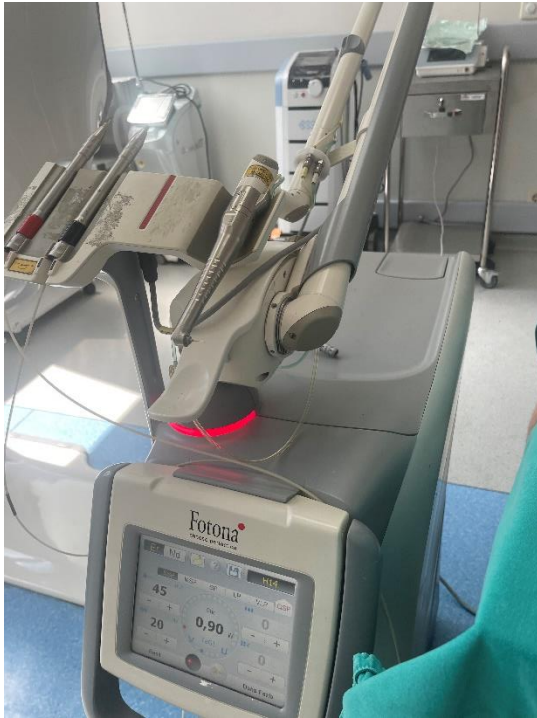
Pasif ultrasonik irrigasyon tekniği (PUI): #20 K tipi ultrasonik uç (Nakanishi, Inc., Tochigi, Japan), firma önerileri doğrultusunda 4 numaralı güç ayarında ultrasonik cihaza (NSK Varios 750; Nakanishi, Inc. Tochigi, Japan) bağlı olarak ve kök kanalına paralel olacak şekilde, kanallara temas ettirilmeden yerleştirildi. Apikalden 3 mm yukarıda konumlandırılan ultrasonik uç, ileri geri helikoidal hareketler ile manuel olarak hareket ettirildi ve kök kanalında 100 sn boyunca sürekli olarak çalıştırıldı. Bu gruptaki dişlerin kök kanalları, 10 ml %5 lik NaOCl ile yandan çıkışlı 30 G irrigasyon iğnesi (Navi-Tip, Ultradent, Utah, ABD) kullanılarak devamlı pasif ultrasonik irrigasyon yöntemiyle irrigate edildi. İrrigasyon sıvısının taşması aralıklarla tükürük emici kullanılarak önlendi.

Diod lazer aktive irrigasyon tekniği: Bu gruba ait örneklerde, kök kanalları, taze hazırlanmış %5'lik NaOCl ile yandan çıkışlı 30 G irrigasyon iğnesi kullanılarak dolduruldu. Ardından irrigasyon solüsyonu, 970 nm dalga boyuna sahip dental diod lazer cihazına (SiroLaser Xtend, Dentsply Sirona, York, PA, ABD) uygun 200 µm endodontik fiber uç (Dentsply Sirona, York, PA, ABD) kullanılarak aktifleştirildi. Fiber uç, apikalden 3 mm yukarıda konumlanacak şekilde irrigasyon solüsyonuyla dolu kök kanalına paralel yerleştirildi ve ileri geri helikoidal hareketler ile manuel olarak hareket ettirildi. 100 sn boyunca 3,0 W güç ayarında, 20 Hz frekansta, atımlı modda kullanıldı. Fiber ucun lazer ışınlama süresi boyunca kök kanal duvarlarıyla temas etmemesine dikkat edildi.

Er:YAG lazer aktive irrigasyon tekniği: Bu gruptaki dişlerin kök kanalları, yandan çıkışlı 30 G irrigasyon iğnesi kullanılarak %5'lik NaOCl ile dolduruldu. Ardından irrigasyon solüsyonu 2940 nm dalga boyuna sahip Er:YAG lazer cihazına (Fidelis AT; Fotona, Ljubljana, Slovenya) (Resim 6) uygun 20 mm uzunluğunda 300 µm silindirik endodontik fiber uç (PRECISO, Fotona, Ljubljana, Slovenya) kullanılarak aktifleştirildi. Fiber uç,

apikalden 3 mm yukarıda konumlanacak şekilde irrigasyon solüsyonuyla dolu kök kanalına paralel olarak yerleştirildi ve ileri geri helikoidal hareketler ile manuel olarak 10 sn boyunca hareket ettirildi. Ardından kök kanalı tekrar irrigasyon solüsyonu ile dolduruldu ve işlemler 100 sn boyunca tekrarlandı. Firma önerileri doğrultusunda, lazer sistemindeki hava ve su akışı kapalı konumdayken deneyler yapıldı. Cihaz gücü 1 W, frekansı 20 Hz ve atım enerjisi 50 mJ olacak şekilde ayarlandı. Fiber ucun lazer ışınlama süresi boyunca kök kanal duvarlarıyla temas etmemesine dikkat edildi.

Foton indüklü fotoakustik dalgalanma tekniği ile irrigasyon (PIPS): Bu gruptaki dişlerin kök kanalları, yandan çıkışlı 30 G irrigasyon iğnesi kullanılarak %5'lik NaOCl ile dolduruldu. Ardından irrigasyon solüsyonu 2940 nm dalga boyuna sahip Er:YAG lazer cihazına (Fidelis AT; Fotona, Ljubljana, Slovenya) uygun 9 mm uzunluğunda 600 µm silindirik quartz tip (PIPS® Fotona, Ljubljana, Slovenya) fiber uç koronal bölgede giriş kavitesine paralel, pulpa çemberi içinde yer alacak şekilde yerleştirildi, 10 sn boyunca aktivasyon yapıldı. Ardından kök kanalı tekrar irrigasyon solüsyonu ile dolduruldu ve işlemler 100 sn boyunca tekrarlandı. Tüm işlemler, firma önerileri doğrultusunda, lazer sistemindeki hava ve su akışı kapalı konumdayken gerçekleştirildi. Cihaz, gücü 0,9 W, frekansı 20 Hz ve atım enerjisi 45 mJ olacak şekilde ayarlandı.



Resim 2.6. Deneyler sırasında kullanılan Er:YAG lazer cihazı

Kontrol Grubu: Bu gruptaki dişlerde herhangi bir irrigasyon işlemi gerçekleştirilmedi.

Standardizasyonu sağlayabilmek amacıyla, kontrol grubu hariç her gruba toplam 10 ml %5'lik NaOCl ile irrigasyon yapıldı, toplam irrigasyon süresi 100 sn olarak belirlendi.

3.6. Termografik Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi

Tüm örneklerin irrigasyon aktifleştirme işlemleri gerçekleştirilirken apikal, orta ve koronal bölgelerde oluşan sıcaklık değişimleri, kızılötesi termal görüntüleme kamerası (Fluke, Plymouth, MN, ABD) kullanılarak ölçüldü. Tüm örneklerde ölçümler 2 sn aralıklarla görüntüler alınarak 100 sn boyunca tekrarlandı.

Elde edilen termografik görüntüler SmartView software (version 3.3; Fluke Thermography, Plymouth, MN, ABD) yazılımı kullanılarak her bölgedeki en yüksek sıcaklık noktası belirlendi. Tüm dişler için aynı sıcaklık ölçüm prosedürü tekrarlandı. Sıcaklık değişimi her bölge ve her bir diş için ilk saniyedeki sıcaklıktan son saniyedeki sıcaklığı çıkartarak elde edildi ($\Delta T = T_{\text{son}} - T_{\text{ilk}}$).

3.7. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel olarak analiz edilmesi ve tabloların oluşturulması amacıyla Statistical Package for Social Science 22 SPSS (SPSS; IBM, Inc., Armonk, NY) kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilerin normal dağılıma uyumu Shapiro-Wilk testi ile, homojenlik ise Levene testi ile incelenmiştir. Tablolarda verilerin ortalama ve standart sapma istatistikleri verilmiştir. Irrigasyon yöntemi, lokalizasyon ve rezorpsiyon gruplarına göre ölçümler arasındaki anlamlılıkları analiz etmek için “Bağımsız Gruplar Üç Yönlü Varyans Analizi (3-way ANOVA)” kullanılmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı çıkan gruplarda anlamlılığın hangi grup ya da gruplar arasında olduğu Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi ile araştırılmıştır. Bütün istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

Farklı irrigasyon aktifleştirme teknikleri sırasında kök dış yüzeyinde meydana gelen sıcaklık değişimi verileri değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar saptandı ($p<0,05$). Rezorpsiyon kavitesine sahip olan ve sahip olmayan dişlerin koronal, orta ve apikal bölgesinde, farklı irrigasyon aktifleştirme yöntemlerinin meydana getirdiği sıcaklık farklarının (ΔT) ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'te gösterilmiştir. Simüle İKR kavitesi içermeyen (RK -) ve simüle İKR kavitesi içeren (RK +) örneklerde irrigasyon yöntemi ve lokalizasyona göre ΔT ölçümlerinin dağılımı Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

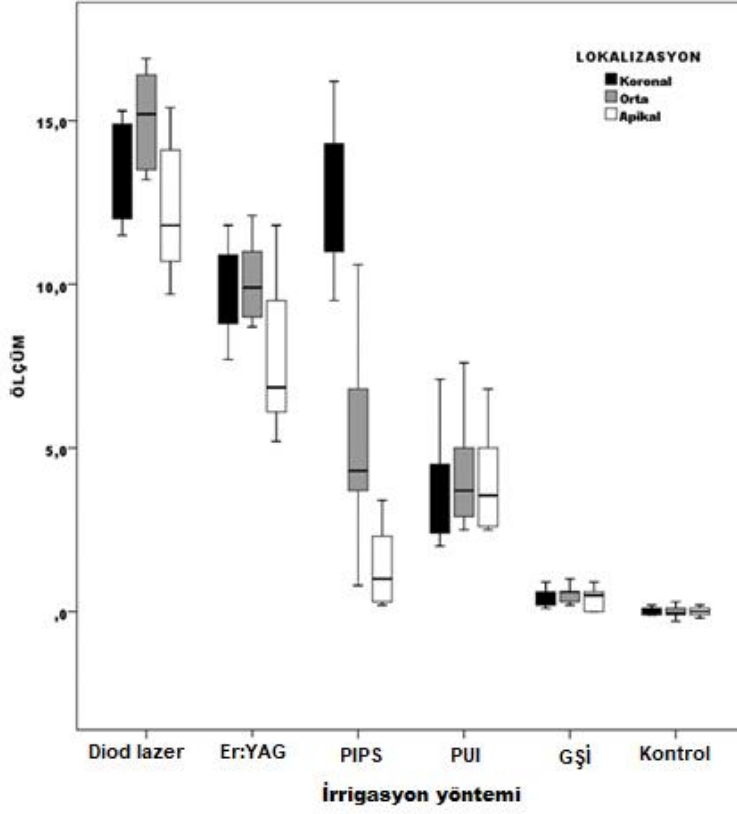
Çizelge 4.1. İrrigasyon protokollerinden sonra simüle İKR kavitesine sahip olan ve sahip olmayan dişlerin kök dış yüzeyinde meydana gelen sıcaklık değişim skorlarının ortalama ve standart sapma değerleri (ort \pm ss)

Gruplar	İrrigasyon yöntemleri	Lokalizasyon		
		Koronal	Orta	Apikal
RK -	Diod lazer	13,57 \pm 1,42 ^{AB,a}	15,00 \pm 1,43 ^{A,a}	12,22 \pm 1,90 ^{B,a}
	Er:YAG lazer	9,82 \pm 1,42 ^{A,b}	10,03 \pm 1,18 ^{A,b}	7,50 \pm 2,15 ^{B,b}
	PIPS tekniği	12,75 \pm 2,32 ^{A,a}	5,23 \pm 2,94 ^{B,c}	1,28 \pm 1,09 ^{C,c}
	PUI	3,94 \pm 1,58 ^{A,c}	4,14 \pm 1,63 ^{A,c}	3,91 \pm 1,46 ^{A,d}
	GŞİ	0,41 \pm 0,29 ^{A,d}	0,54 \pm 0,23 ^{A,d}	0,39 \pm 0,37 ^{A,c}
	Kontrol	0,00 \pm 0,11 ^{A,d}	0-,02 \pm 0,18 ^{A,d}	-0,01 \pm 0,12 ^{A,c}
RK +	Diod lazer	9,25 \pm 0,98 ^{A,ab}	16,40 \pm 1,84 ^{B,a}	10,55 \pm 1,57 ^{A,a}
	ER:YAG lazer	7,88 \pm 2,67 ^{A,a}	12,07 \pm 3,52 ^{B,b}	5,79 \pm 2,54 ^{C,b}
	PIPS tekniği	10,88 \pm 2,84 ^{A,b}	8,39 \pm 2,80 ^{B,c}	3,06 \pm 0,73 ^{C,c}
	PUI	4,32 \pm 1,25 ^{A,c}	5,83 \pm 1,43 ^{A,d}	4,60 \pm 1,59 ^{A,bc}
	GŞİ	0,47 \pm 0,23 ^{A,d}	1,24 \pm 0,32 ^{A,e}	0,41 \pm 0,21 ^{A,d}
	Kontrol	-0,01 \pm 0,14 ^{A,d}	-0,02 \pm 0,12 ^{A,e}	-0,02 \pm 0,18 ^{A,d}

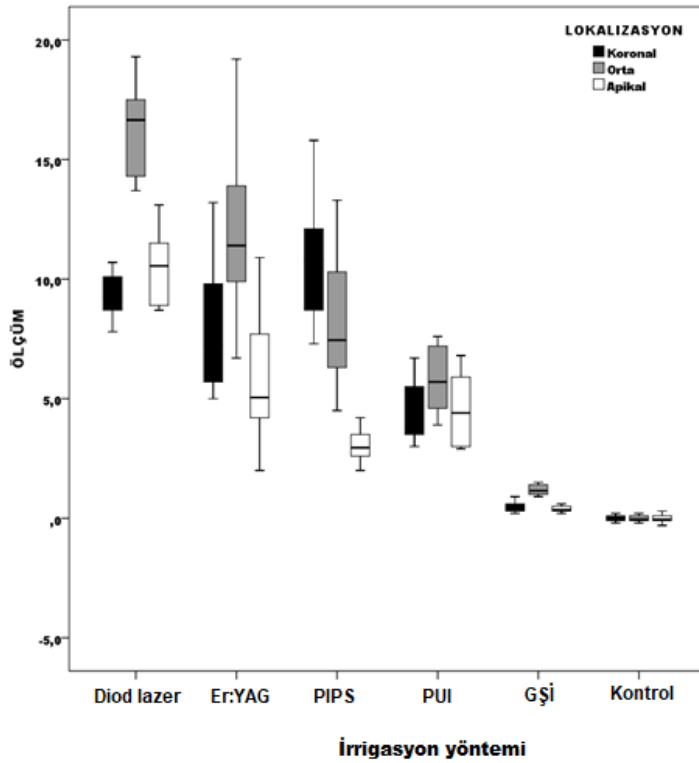
*Her bir satırda bulunan farklı büyük harfler, lokalizasyonların ölçümleri arasındaki istatistiksel farkları simgelemektedir ($p<0,001$).

*Her bir sütunda bulunan farklı küçük harfler, irrigasyon yöntemleri arasındaki istatistiksel farkları simgelemektedir ($p<0,001$).

RK - , rezorpsiyon kavitesi içermeyen grup; RK + , rezorpsiyon kavitesi içeren grup; Er:YAG, erbium, yttrium aluminium garnet; PIPS, foton indüklü fotoakustik dalgalanma; PUI, pasif ultrasonik irrigasyon; GŞİ, geleneksel şırınga irrigasyonu



Şekil 4.1. Simüle İKR kavitesi içermeyen örneklerde irrigasyon yöntemi ve lokalizasyona göre ΔT ölçümlerinin dağılımı



Şekil 4.2. Simüle İKR kavitesi içeren örneklerde irrigasyon yöntemi ve lokalizasyona göre ΔT ölçümlerinin dağılımı

En yüksek sıcaklık değişim değerleri, diod lazer kullanılan rezorpsiyonlu örneklerin orta üçlü bölgesinden elde edildi. Diod lazer kullanılan rezorpsiyonsuz örneklerin koronal, orta üçlü ve apikal bölgelerinde, rezorpsiyonlu örneklerin ise orta ve apikal bölgelerinde; Er:YAG lazer kullanılan rezorpsiyonlu ve rezorpsiyonsuz örneklerin orta üçlü bölgesinde; PIPS yöntemi kullanılan rezorpsiyonlu ve rezorpsiyonsuz örneklerin koronal üçlü bölgelerinde sıcaklık artışları güvenli sınırın (10°C) üzerine çıkmıştır. PUI, GŞİ ve kontrol grubuna ait örneklerde ise koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde sıcaklık artışları güvenli sınırlar içindedir ($\Delta T < 10$). PUI, GŞİ ve kontrol grubuna ait örneklerin koronal, orta üçlü ve apikal bölgeleri arasındaki sıcaklık farkı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0,05$).

Çizelge 4.2. Simüle İKR kavitesi içermeyen dişlerde irrigasyon yöntemi ve lokalizasyon etkileşimine ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları

İrrigasyon yöntemi	Lokalizasyon (I)	Lokalizasyon (II)	Ortalama Farklılık (I-II)	P-değeri
Diod lazer	Koronal	Orta	-1,430	,091
	Koronal	Apikal	1,350	,122
	Orta	Apikal	2,780 *	<0,001
Er:YAG lazer	Koronal	Orta	-,210	1,000
	Koronal	Apikal	2,320*	,002
	Orta	Apikal	2,530 *	<0,001
PIPS tekniği	Koronal	Orta	7,520 *	<0,001
	Koronal	Apikal	11,470 *	<0,001
	Orta	Apikal	3,950 *	<0,001
PUI	Koronal	Orta	-,200	1,000
	Koronal	Apikal	,030	1,000
	Orta	Apikal	,230	1,000
GŞİ	Koronal	Orta	-,130	1,000
	Koronal	Apikal	,020	1,000
	Orta	Apikal	,150	1,000
Kontrol	Koronal	Orta	,020	1,000
	Koronal	Apikal	,010	1,000
	Orta	Apikal	-,010	1,000

* $p < 0,001$: Bağımsız Gruplar Üç Yönlü Varyans Analizi'ne göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Er:YAG, erbium, yttrium aluminium garnet; PIPS, foton indüklü fotoakustik dalgalanma; PUI, pasif ultrasonik irrigasyon; GŞİ, geleneksel şırınga irrigasyonu

Çizelge 4.3. Simüle İKR kavitesi içermeyen dişlerde lokalizasyon ve irrigasyon yöntemi etkileşimine ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları

Lokalizasyon	İrrigasyon yöntemi (I)	İrrigasyon yöntemi (II)	Ortalama Farklılık (I-II)	P-değeri
Koronal	Diod lazer	Er:YAG lazer	3,750 *	<0,001
		PIPS tekniği	,820	1,000
		PUI	9,630 *	<0,001
		GŞİ	13,160 *	<0,001
		Kontrol	13,570 *	<0,001
	Er:YAG lazer	PIPS tekniği	-2,930 *	<0,001
		PUI	5,880 *	<0,001
		GŞİ	9,410 *	<0,001
		Kontrol	9,820 *	<0,001
	PIPS tekniği	PUI	8,810 *	<0,001
		GŞİ	12,340 *	<0,001
		Kontrol	12,750 *	<0,001
	PUI	GŞİ	3,530 *	<0,001
		Kontrol	3,940 *	<0,001
	GŞİ	Kontrol	,410	1,000
	Orta	Diod lazer	Er:YAG lazer	4,970 *
PIPS tekniği			9,770 *	<0,001
PUI			10,860 *	<0,001
GŞİ			14,460 *	<0,001
Kontrol			15,020 *	<0,001
Er:YAG lazer		PIPS tekniği	4,800 *	<0,001
		PUI	5,890 *	<0,001
		GŞİ	9,490 *	<0,001
		Kontrol	10,050 *	<0,001
PIPS tekniği		PUI	1,090	1,000
		GŞİ	4,690 *	<0,001
		Kontrol	5,250 *	<0,001
PUI		GŞİ	3,600 *	<0,001
		Kontrol	4,160 *	<0,001
GŞİ		Kontrol	,560	1,000
Apikal		Diod lazer	Er:YAG lazer	4,720 *
	PIPS tekniği		10,940 *	<0,001
	PUI		8,310 *	<0,001
	GŞİ		11,830 *	<0,001
	Kontrol		12,230 *	<0,001
	Er:YAG lazer	PIPS tekniği	6,220 *	<0,001
		PUI	3,590 *	<0,001
		GŞİ	7,110 *	<0,001
		Kontrol	7,510 *	<0,001
	PIPS tekniği	PUI	-2,630 *	<0,001
		GŞİ	,890	1,000
		Kontrol	1,290	,755
	PUI	GŞİ	3,520 *	<0,001
		Kontrol	3,920 *	<0,001
	GŞİ	Kontrol	,400	1,000

* p<0,001: Bağımsız Gruplar Üç Yönlü Varyans Analizi'ne göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Çizelge 4.4. Simüle İKR kavitesi içeren grupta irrigasyon yöntemi ve lokalizasyon etkileşimine ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları

İrrigasyon yöntemi	Lokalizasyon (I)	Lokalizasyon (II)	Ortalama Farklılık (I-II)	P-değeri
Diod lazer	Koronal	Orta	-7,150 *	<0,001
	Koronal	Apikal	-1,300	0,300
	Orta	Apikal	5,850 *	<0,001
Er:YAG lazer	Koronal	Orta	-4,190 *	<0,001
	Koronal	Apikal	2,090 *	0,026
	Orta	Apikal	6,280 *	<0,001
PIPS tekniği	Koronal	Orta	2,490 *	0,006
	Koronal	Apikal	7,820 *	<0,001
	Orta	Apikal	5,330 *	<0,001
PUI	Koronal	Orta	-1,510	0,170
	Koronal	Apikal	-0,280	1,000
	Orta	Apikal	1,230	0,359
GŞİ	Koronal	Orta	-0,770	0,987
	Koronal	Apikal	0,060	1,000
	Orta	Apikal	0,830	0,878
Kontrol	Koronal	Orta	0,010	1,000
	Koronal	Apikal	0,010	1,000
	Orta	Apikal	0,000	1,000

* p<0,001: Bağımsız Gruplar Üç Yönlü Varyans Analizi'ne göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Çizelge 4.5. Simüle İKR kavitesi içeren dişlerde lokalizasyon ve irrigasyon yöntemi etkileşimine ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları

Lokalizasyon	İrrigasyon yöntemi (I)	İrrigasyon yöntemi (II)	Ortalama Farklılık (I-II)	P-değeri
Kronal	Diod lazer	Er:YAG lazer	1,370	1,000
		PIPS tekniği	-1,630	0,596
		PUI	4,930 *	<0,001
		GŞİ	8,780 *	<0,001
		Kontrol	9,260 *	<0,001
	Er:YAG lazer	PIPS tekniği	-3,000 *	,003
		PUI	3,560 *	<0,001
		GŞİ	7,410 *	<0,001
		Kontrol	7,890 *	<0,001
	PIPS tekniği	PUI	6,560 *	<0,001
		GŞİ	10,410 *	<0,001
		Kontrol	10,890 *	<0,001
	PUI	GŞİ	3,850 *	<0,001
		Kontrol	4,330 *	<0,001
	GŞİ	Kontrol	,480	1,000
	Orta	Diod lazer	Er:YAG lazer	4,330 *
PIPS tekniği			8,010 *	<0,001
PUI			10,570 *	<0,001
GŞİ			15,160 *	<0,001
Kontrol			16,420 *	<0,001
Er:YAG lazer		PIPS tekniği	3,680 *	<0,001
		PUI	6,240 *	<0,001
		GŞİ	10,830 *	<0,001
		Kontrol	12,090 *	<0,001
PIPS tekniği		PUI	2,560 *	,021
		GŞİ	7,150 *	<0,001
		Kontrol	8,410 *	<0,001
PUI		GŞİ	4,590 *	<0,001
		Kontrol	5,850 *	<0,001
GŞİ		Kontrol	1,260	1,000
Apikal		Diod lazer	Er:YAG lazer	4,760 *
	PIPS tekniği		7,490 *	<0,001
	PUI		5,950 *	<0,001
	GŞİ		10,140 *	<0,001
	Kontrol		10,570 *	<0,001
	Er:YAG lazer	PIPS tekniği	2,730 *	,010
		PUI	1,190	1,000
		GŞİ	5,380 *	<0,001
		Kontrol	5,810 *	<0,001
	PIPS tekniği	PUI	-1,540	,778
		GŞİ	2,650 *	,014
		Kontrol	3,080 *	,002
	PUI	GŞİ	4,190 *	<0,001
		Kontrol	4,620 *	<0,001
	GŞİ	Kontrol	,430	1,000

* p<0,001: Bağımsız Gruplar Üç Yönlü Varyans Analizi'ne göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Diod lazer ile irrigasyon aktivasyonu yapılan gruplarda, rezorpsiyonsuz dişlerin koronal bölgesinde saptanan sıcaklık farkı ortalaması, rezorpsiyonlu olanlara göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p<0,05$).

Diod lazer ile irrigasyon aktivasyonu yapılan gruplarda, rezorpsiyonsuz dişlerin apikal bölgesinde saptanan sıcaklık farkı ortalaması, rezorpsiyonlu olanlara göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p<0,05$).

Diod lazer ile irrigasyon aktivasyonu yapılan gruplarda, rezorpsiyonlu dişlerin orta üçlü bölgesinde saptanan sıcaklık farkı ortalaması ile rezorpsiyonsuz dişlerin orta üçlü bölgesindeki sıcaklık ortalamaları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Er:YAG lazer ile irrigasyon aktivasyonu yapılan gruplarda, rezorpsiyonsuz dişlerin koronal bölgesinde saptanan sıcaklık farkı ortalaması, rezorpsiyonlu dişlerin koronal bölgesindeki sıcaklık ortalamalarına göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p<0,05$).

Er:YAG lazer ile irrigasyon aktivasyonu yapılan gruplarda, rezorpsiyonsuz dişlerin orta üçlü bölgesinde saptanan sıcaklık farkı ortalaması, rezorpsiyonlu dişlerin orta üçlü bölgesindeki sıcaklık ortalamalarına göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p<0,05$).

Er:YAG lazer ile irrigasyon aktivasyonu yapılan gruplarda, rezorpsiyonsuz dişlerin apikal bölgesinde saptanan sıcaklık farkı ortalaması, rezorpsiyonlu dişlerin apikal bölgesindeki sıcaklık ortalamalarına göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p<0,05$).

PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu yapılan gruplarda, rezorpsiyonsuz dişlerin koronal bölgesinde saptanan sıcaklık farkı ortalaması, rezorpsiyonlu dişlerin koronal bölgesindeki sıcaklık ortalamalarına göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p<0,05$).

PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu yapılan gruplarda, rezorpsiyonsuz dişlerin orta üçlü bölgesinde saptanan sıcaklık farkı ortalaması, rezorpsiyonlu dişlerin orta üçlü bölgesindeki sıcaklık ortalamalarına göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p<0,05$).

PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu yapılan gruplarda, rezorpsiyonsuz dişlerin apikal bölgesinde saptanan sıcaklık farkı ortalaması, rezorpsiyonlu dişlerin apikal bölgesindeki sıcaklık ortalamalarına göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p<0,05$).

Ultrasonik enerji ile irrigasyon aktivasyonu yapılan gruplarda, rezorpsiyonlu dişlerin koronal ve apikal bölgelerinde saptanan sıcaklık farkı ortalamaları ile rezorpsiyonsuz dişlerin koronal ve apikal bölgelerinde sıcaklık ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Ultrasonik enerji ile irrigasyon aktivasyonu yapılan gruplarda, rezorpsiyonsuz dişlerin orta üçlü bölgesinde saptanan sıcaklık farkı ortalaması, rezorpsiyonlu dişlerin orta üçlü bölgesindeki sıcaklık ortalamalarına göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p<0,05$).

Geleneksel şırınga yöntemi ile oda sıcaklığında irrigasyon yapılan gruplarda, rezorpsiyonlu dişlerin koronal, orta üçlü ve apikal bölgelerinde saptanan sıcaklık farkı ortalamaları ile rezorpsiyonsuz dişlerin koronal, orta ve apikal bölgelerindeki sıcaklık farkı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

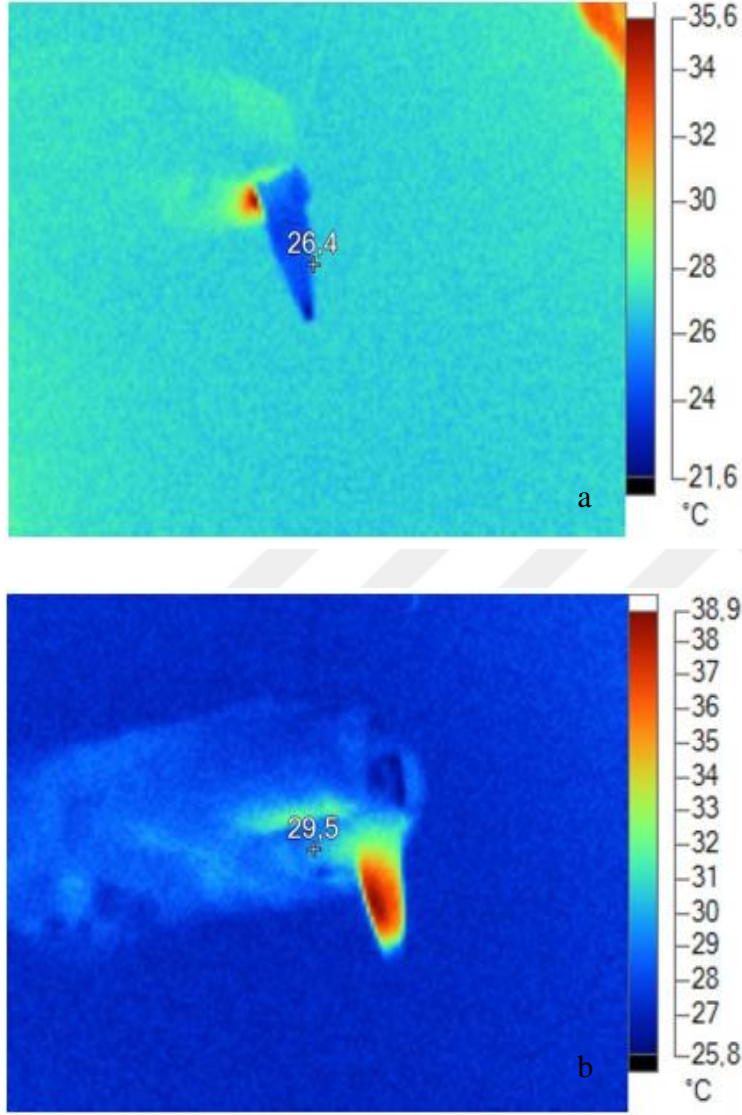
Oda sıcaklığında hiçbir irrigasyon işlemi gerçekleştirilmemiş ancak termografik yöntem ile ölçümler yapılmış dişlerden (kontrol grubu) elde edilen veriler karşılaştırıldığında, rezorpsiyonlu ve rezorpsiyonsuz örnekler arasında bir fark saptanmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.6. İrrigasyon yöntemi, rezorpsiyon ve lokalizasyon etkileşimine ilişkin varyans analizi sonuçları

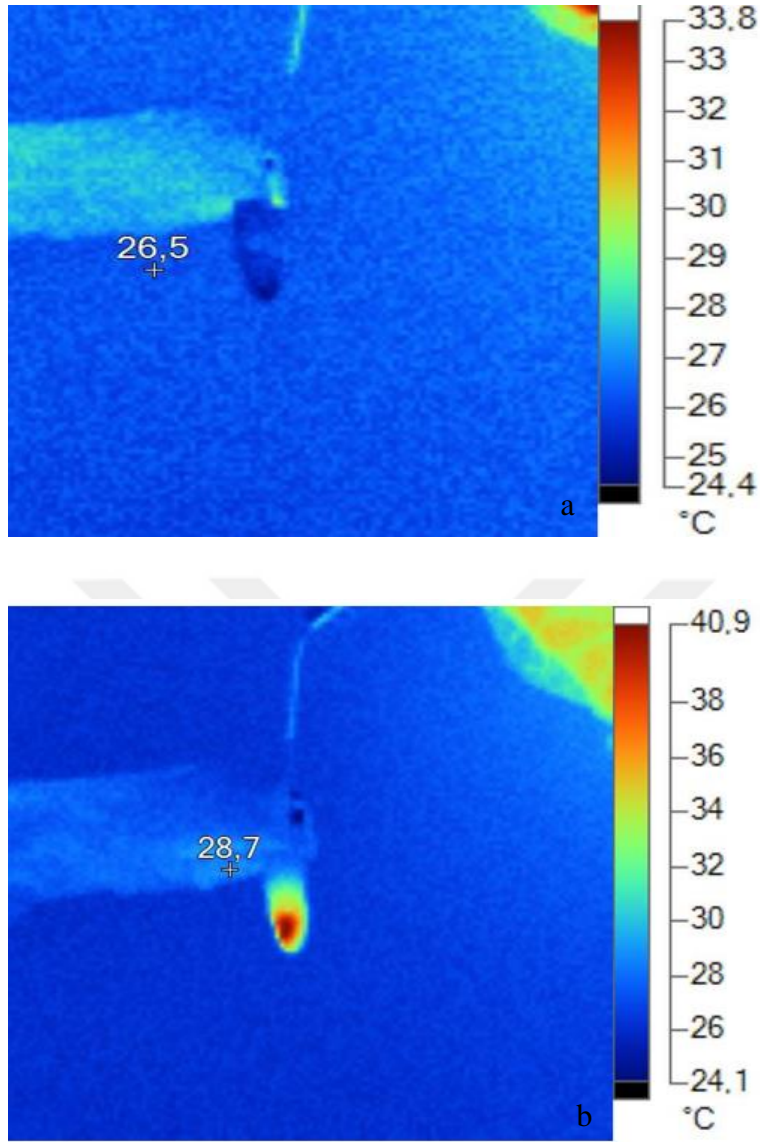
Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Kareler		
			Ortalaması	F	P
İrrigasyon yöntemi	7360,346	5	1472,069	562,815	<0,001
Lokalizasyon	399,301	2	199,651	76,332	<0,001
Rezorpsiyon	,042	1	,042	,016	0,899
İrrigasyon yöntemi x Lokalizasyon	983,764	10	98,376	37,612	<0,001
İrrigasyon yöntemi x Rezorpsiyon	68,810	5	13,762	5,262	<0,001
Lokalizasyon x Rezorpsiyon	117,391	2	58,696	22,441	<0,001
İrrigasyon yöntemi x Lokalizasyon x Rezorpsiyon	88,168	10	8,817	3,371	<0,001
Hata	847,437	324	2,616		
Toplam	21176,150	360			

* $p<0,001$: Bağımsız Gruplar Üç Yönlü Varyans Analizi'ne göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

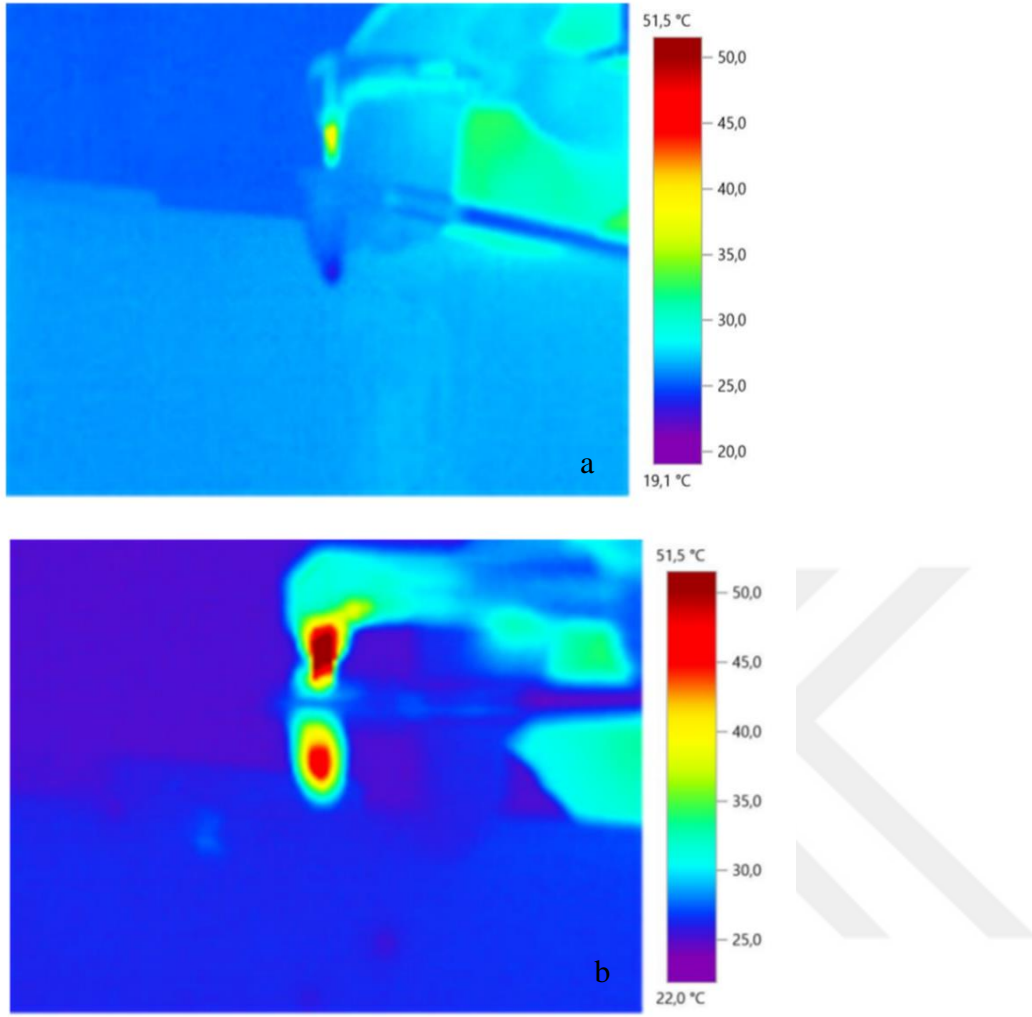
Bu çalışmada yapılan “Bağımsız Gruplar Üç Yönlü Varyans Analizi” sonuçlarına göre; irrigasyon yöntemi ve rezorpsiyon ile lokalizasyon ve rezorpsiyon arasındaki etkileşim anlamlıdır ($p<0,05$). Çoklu karşılaştırmalarda, irrigasyon yöntemi, lokalizasyon ve rezorpsiyon arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).



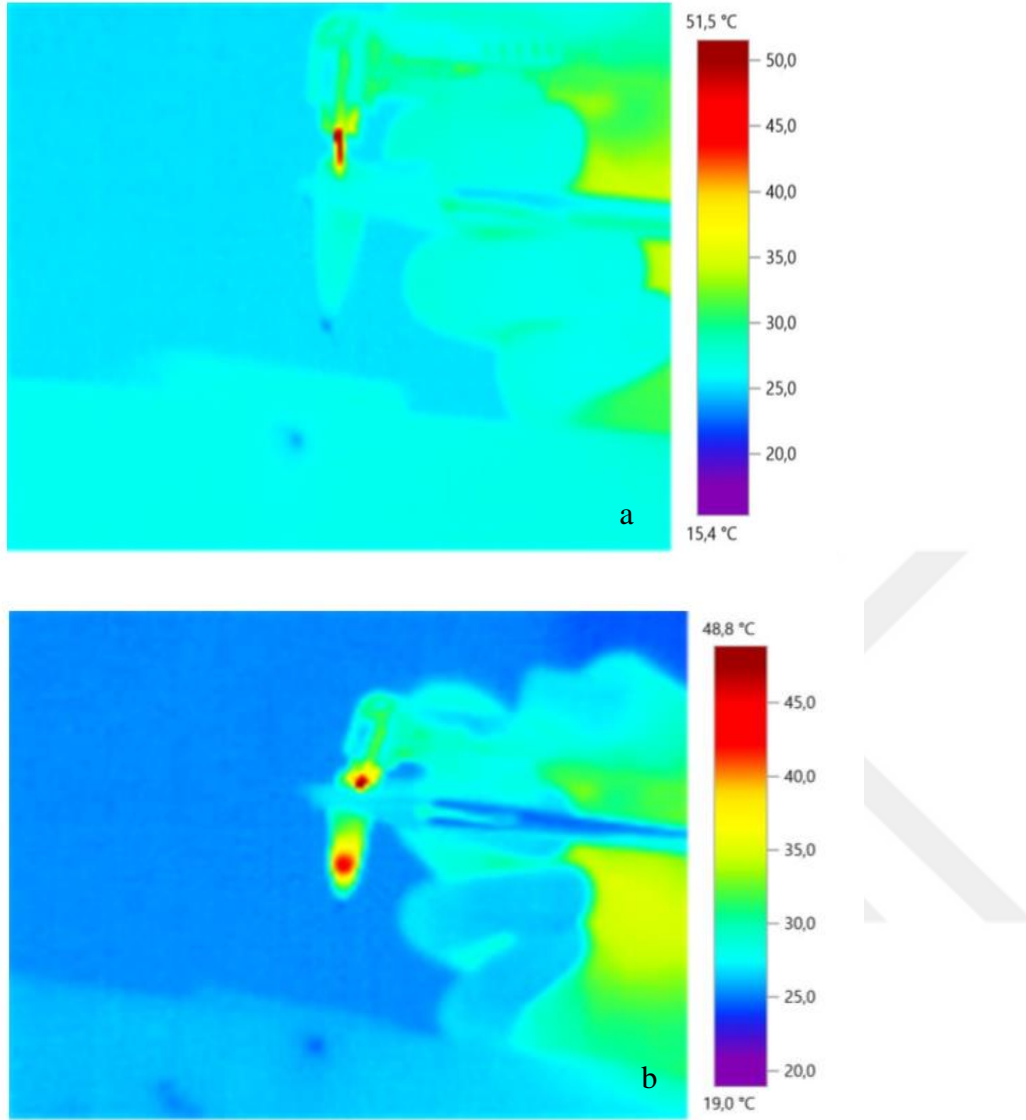
Şekil 4.3. a. Diod lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içermeyen dişte başlangıç sıcaklığının kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi b. Diod lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içermeyen dişte son sıcaklığın kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi



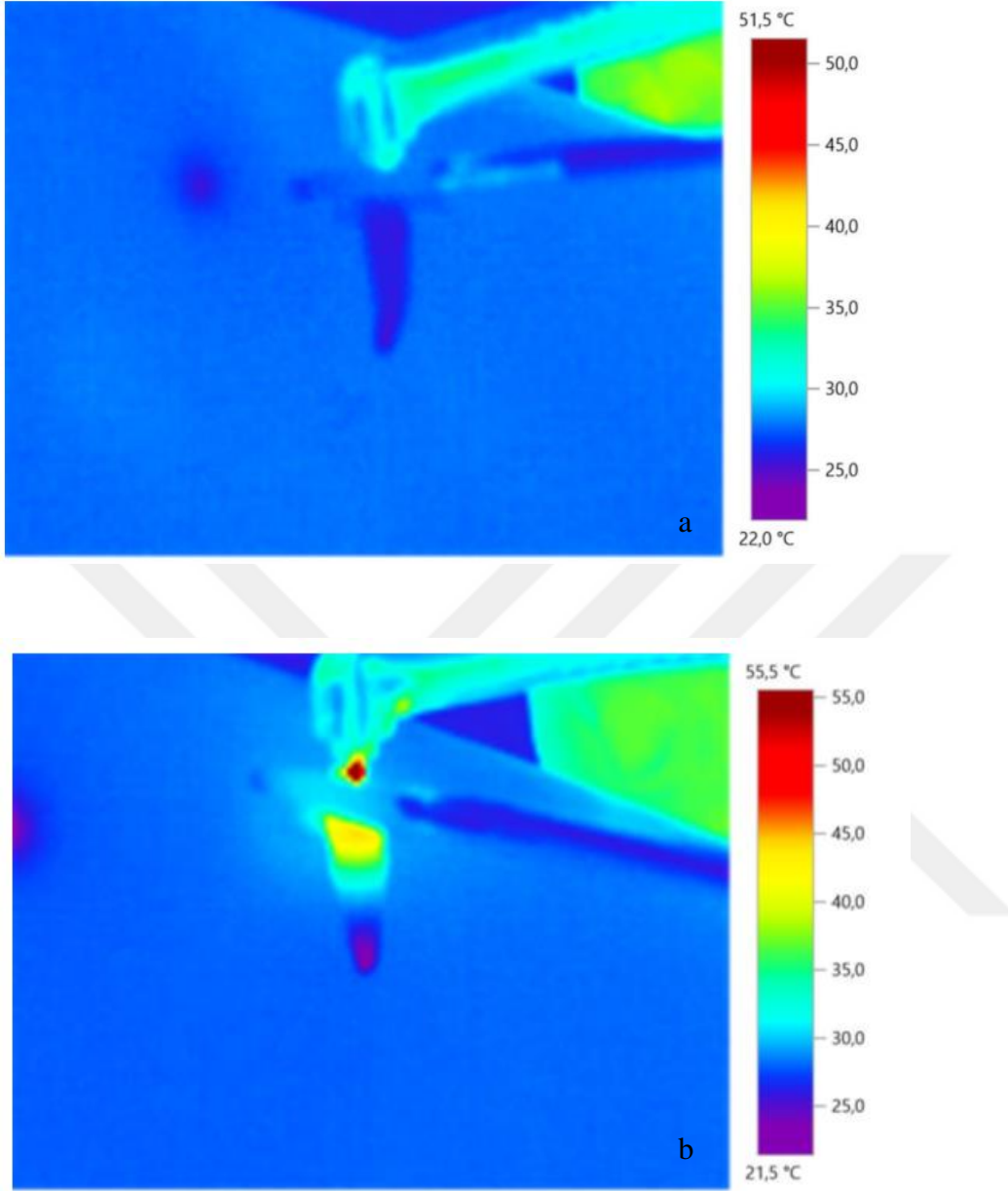
Şekil 4.4. a. Diod lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte başlangıç sıcaklığının kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi b. Diod lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte son sıcaklığın kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi



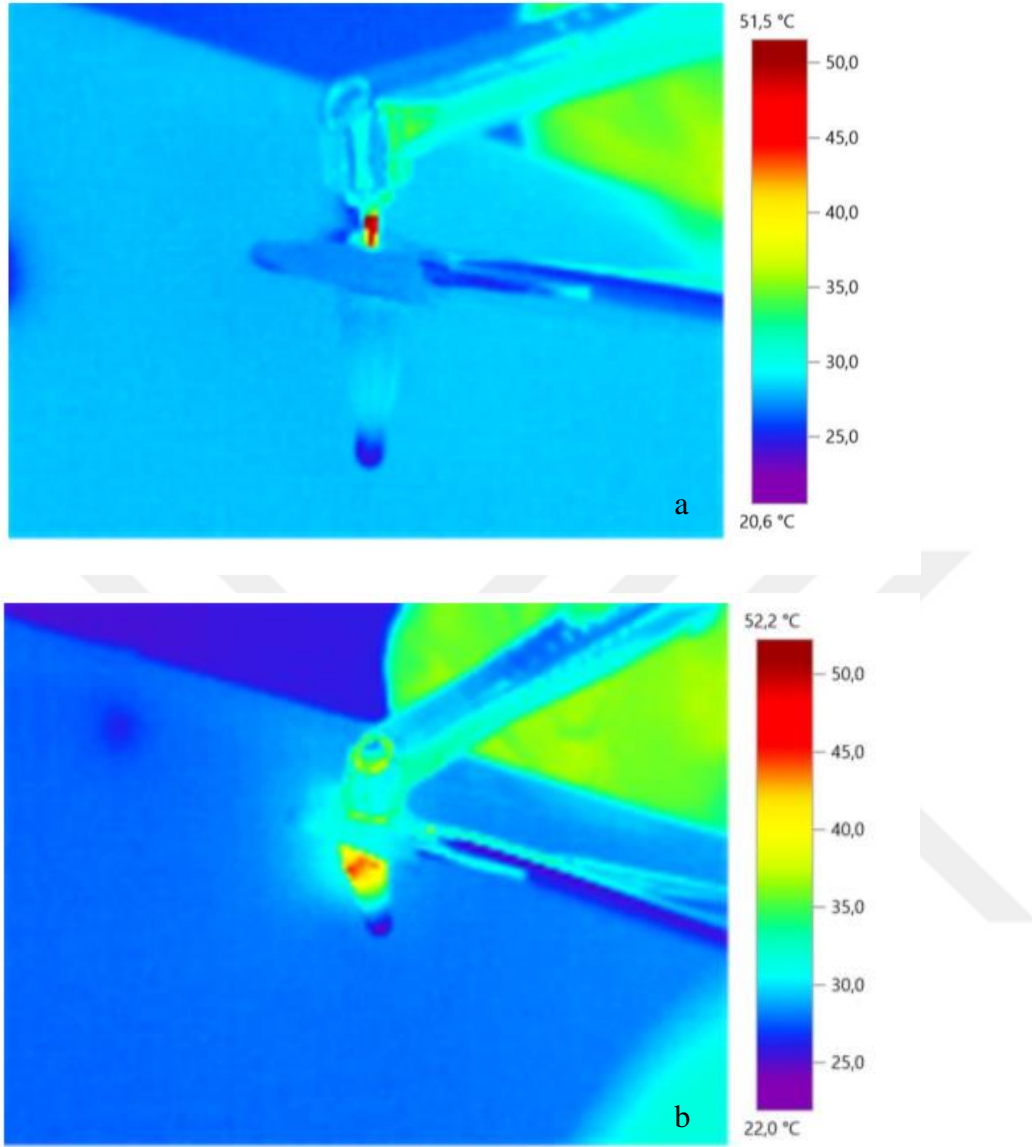
Şekil 4.5. a. Er:YAG lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içermeyen dişte başlangıç sıcaklığının kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi b. Er:YAG lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte son sıcaklığın kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi



Şekil 4.6. a: Er:YAG lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte başlangıç sıcaklığının kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi b. Er:YAG lazer aktive irrigasyon sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte son sıcaklığın kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi



Şekil 4.7. a. PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu sırasında simüle İKR kavitesi içermeyen dişte başlangıç sıcaklığının kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi b. PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte son sıcaklığın kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi



Şekil 4.8. a: PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte başlangıç sıcaklığının kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi b: PIPS tekniği ile irrigasyon aktivasyonu sırasında simüle İKR kavitesi içeren dişte son sıcaklığın kızılötesi termal kamera ile görüntülenmesi

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavisi, birçok pulpa ve periapikal doku hastalıklarının temel tedavisidir. Endodontik tedavinin gerekli olduğu pulpa kaynaklı hastalıklardan birisi de internal kök rezorpsiyonudur. Patel ve arkadaşları internal kök rezorpsiyonunu kök kanal duvarlarındaki dentinin hızlı ilerleyen yıkımıyla sonuçlanan patolojik bir süreç olarak tanımlamıştır[15]. İnternal kök rezorpsiyonlarına kronik enfeksiyonlar, travma veya pulpa hücrelerinin iltihabi reaksiyonları neden olmaktadır. İnternal kök rezorpsiyonları genellikle asemptomatiktir ve rutin radyografik muayeneler sırasında tespit edilebilmektedir. İnternal rezorpsiyona sahip dişlerde kök kanalında meydana gelen düzensizlikler sebebiyle tüm duvarlara mekanik preparasyonla yeterince temas edilemeyebilir. Rezorpsiyon bölgesindeki granülasyon dokusunun uzaklaştırılması, gözle görülen kanamanın engellenmesinin yanı sıra bakterilere substrat olabilecek dokuların uzaklaştırılması için gereklidir [18]. Bu sebeple, internal kök rezorpsiyonu içeren vakalarda solüsyonların etkili bir şekilde yayılabilmesi için irrigasyon aktivasyon teknikleri kullanılmalıdır [113, 114]. Kök kanallarının etkili biçimde temizlenebilmesi için, kullanılan solüsyonun dentin yüzeyleriyle etkili biçimde temas etmesi ve dentin tübüllerinin derinliklerine ilerlemesi gerekmektedir [37]. Gutknecht ve arkadaşlarının [115] yaptıkları bir çalışmanın sonuçlarına göre, kimyasal solüsyonların dentin penetrasyonu sadece 100 mikrometre (μm) kadarken 980 nm diod lazerle yapılan ışınlama 500 μm dentin derinliklerine kadar ulaşmış bakterileri yok edebilmiştir. Ancak, irrigasyon aktivasyon teknikleri sırasında irrigasyon solüsyonlarının sıcaklıklarının yükseldiği ve buna bağlı olarak antibakteriyel etkinliklerinin arttığı görülmüştür [98]. Bu sırada kök dış yüzeyinde meydana gelen sıcaklık artışının miktarını araştıran kısıtlı sayıda makale bulunmaktadır [10, 11]. Eriksson ve Albrektsson [34], tavşan tibiaları üzerinde sıcaklık artışının etkisini incelediği çalışmada, sıcaklık 47°C'ye ulaştığında, kemikte yağ hücre nekrozu ve geri dönüşümsüz hasarlar meydana geldiğini göstermişlerdir. Yani, sıcaklık 7°C arttığında periodonsiyumun zarar görmeye başladığı, 1 dakika boyunca süren 10°C artışta ise kemik dokusunda geri dönüşümsüz değişimler meydana geldiği gösterilmiştir [34]. Bu sebeple, endodontik tedaviler sırasında oluşan dış yüzey sıcaklık seviyesi, dişin prognozu açısından önemli hale gelmektedir. Bu çalışmada da literatürde yer alan çalışmaların ışığında 10°C eşik değeri olarak kabul edilmiştir [34].

Bu tez çalışmasında, internal kök rezorpsiyonuna sahip olan ve olmayan dişlerde farklı irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin kök dış yüzey sıcaklık artışına etkisi araştırılmıştır.

Yapılan karşılaştırmalara göre, çalışmamızda kullanılan tüm irrigasyon aktivasyon teknikleri içerisinde en fazla sıcaklık artışının meydana geldiği gruplar diod lazer kullanılan gruplar olmuştur. Bu sıcaklık artışları, diod lazer aktive irrigasyon kullanılan dişlerin orta ve apikal üçlü bölgelerinde 10°C üzerine çıkarak hücre nekrozu riski oluşturmaktadır. Simüle İKR kavitesi içeren ve diod lazer aktive irrigasyon yapılan örneklerde ise koronal bölgede 10°C'ye çok yaklaşırken (9,25°C) simüle İKR kavitesi içermeyen dişlerde 10°C üzerine çıkmıştır. Belli bir düzeydeki sıcaklık artışları, solüsyonun antibakteriyel etkinliğini artırırken, eşik seviyenin üzerine çıkan artışlar, çevre dokulara zarar verebilmektedir. Ancak kontrollü sıcaklık artışı sağlayabilmek kanal dezenfeksiyonu açısından gerekli ve önemlidir. [37]. Neelekantan ve arkadaşları [47], diod lazer aktivasyonunun kanal içi biofilmlere etkisinin pasif ultrasonik ve geleneksel irrigasyona göre çok daha fazla olduğunu göstermiştir.

Dental işlemler sırasında, koronal bölgede meydana gelen kök dış yüzey sıcaklık artışının eksternal servikal rezorpsiyonlara sebep olabileceği bildirilmiştir [116]. Patel ve arkadaşları [116], bleaching işlemleri sırasında kullanılan maddenin eksternal servikal rezorpsiyona sebep olabileceği gibi kullanılan ışık kaynağının meydana getirdiği sıcaklık artışının da rezorpsiyonun etiyolojik faktörlerinden biri olacağını savunmaktadır. Bu tez çalışmasında, diod lazer, koronal bölgede simüle İKR kavitesi içermeyen örneklerde PIPS tekniği ile benzer etki göstererek sıcaklığın 10°C'nin üzerine çıkmasına neden olmuştur. Simüle İKR kavitesi içeren örneklerde hem Er:YAG lazer aktive irrigasyon hem de diod lazer aktive irrigasyon uygulanan dişlerde koronal bölgede kök dış yüzey sıcaklığı 7°C'yi geçmiş ancak 10°C'ye ulaşmamıştır, PIPS tekniği uygulanan örneklerde ise 10°C'yi aşmıştır. Sonuç olarak, koronal bölgede hücre hasarının başlamasını önlemek ve meydana gelebilecek eksternal servikal rezorpsiyon riskini azaltmak amacıyla lazer aktive irrigasyon kullanılırken dikkatli olunmalı, süre, enerji düzeyi, frekans değerleri uygun olarak ayarlanmalıdır.

İnternal kök rezorpsiyonuna sahip dişlerde incelen dentin duvarlarının, artan sıcaklık miktarını sağlıklı dentin kalınlığına kıyasla periodontal dokuya daha fazla iletebileceği düşünülmüştür [8]. Zhou ve arkadaşları [117], sıcak güta-perka dolun tekniklerinin periodontal dokularda meydana getirdiği sıcaklık artışını değerlendirdikleri çalışmada alt molar dişlerde incelen dentin kalınlığı olan bölgelerde sıcaklık artışının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde bu tez çalışmasında da, simüle İKR kavitesi içeren dişlerin incelenmiş dentin duvarı bulunan orta üçlü bölgesinde Er:YAG, PIPS ve diod lazer ile yapılan

irrigasyon aktivasyonu sırasında rezorpsiyonsuz dişlere oranla yüksek sıcaklık artışı görülmüştür. Er:YAG lazer ve PIPS gruplarında bu fark istatistiksel olarak da anlamlıdır. Geleneksel irrigasyon sırasında ise anlamlı bir fark olmasa da simüle İKR kavitesi içeren örneklerde orta üçlü bölgesindeki sıcaklık artışı daha fazladır. PUI uygulanan dişlerde de rezorpsiyonlu dişlerin orta üçlüsündeki sıcaklık artışı istatistiksel olarak rezorpsiyonsuz dişlere oranla daha fazladır. Kontrol grupları arasında simüle İKR kavitesi içeren ve içermeyen örneklerde orta üçlü bölgesi karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Irrigasyon aktivasyonu sırasında internal kök rezorpsiyonuna sahip dişlerde incelen dentin duvarlarında meydana gelen sıcaklık artışını araştıran bir literatür incelemesi bulunmamaktadır. Bu tez çalışması, şu anki bilgilerimize göre bu konunun incelendiği ilk çalışmadır ve çalışmamızın bulgularına göre internal kök rezorpsiyonuna sahip dişlerde rezorpsiyon kavitesinin bulunduğu bölgedeki dentin duvarı ince olduğu için olası sıcaklık değişimlerini dış yüzeye daha kolay iletebilmektedir. Özellikle lazer ile aktiveleştirme yapılan yöntemlerde sıcaklık artışları güvenli limitin üzerine çıkabilmektedir. Bu nedenle, internal kök rezorpsiyonuna sahip dişlerin endodontik tedavisi sırasında kullanılacak irrigasyon aktiveleştirme yöntemlerinden bu açıdan daha güvenli sayılabilecek olanlar tercih edilmelidir.

Irrigasyon aktivasyon teknikleri içerisinde diod lazer kullanılan gruplar dışındaki hiç bir grupta apikal bölgede dış yüzey sıcaklığı 10°C'nin üzerine çıkmamıştır. Diod lazer kullanılarak yapılan aktivasyonlarda ise her iki grupta da sıcaklık 10°C üzerine çıkmıştır. PIPS tekniğinde ise apikal bölgede oluşan dış yüzey sıcaklığı, tüm aktivasyon yöntemlerine göre daha düşüktür. Bunun nedeni, PIPS tekniğinde sadece koronal bölgeden lazer atımı yapılması ve dolayısıyla sıcaklığın bu bölgede daha çok yoğunlaşması olabilir. Diğer tekniklerde ise kök kanalı boyunca heliks benzeri hareket yapıldığı için sıcaklığın daha homojen olarak dağıldığı düşünülmektedir [118].

Bu çalışmada, standardizasyonu sağlayabilmek ve termal kamera ile iki boyutlu fotoğraf çekimleri esnasındaki süperpozisyonu önleyebilmek ve ölçümlerin daha net ve doğru sonuçlar vermesini sağlamak amacıyla düz ve tek köklü dişler kullanılmıştır. Tek köklü dişlerin kullanılmasındaki bir diğer amaç, irrigasyon aktiveleştirme sırasında kullanılan enstrümanların dentin duvarlarına yanlışlıkla temas ederek preparasyon yapmasını ve temasa bağlı ısınmalar meydana gelmesini önlemektir [119].

Literatür incelendiğinde, *in vitro* çalışmalarda internal kök rezorpsiyonunu taklit edebilmek amacıyla simüle İKR kavitelerinin genellikle rond frez kullanılarak oluşturulduğu görülmektedir [8, 113, 114, 120]. Bu kaviteler, iyi sınırlı ve standardize edilmiş boyuttadırlar. Kravitz ve arkadaşları [121], hidroklorik asit kullanarak dentin üzerinde demineralizasyon alanları oluşturarak eksternal rezorpsiyon kaviteleri oluşturmuşlardır. Erosa ve arkadaşları [122], yine asitle demineralizasyon yöntemini kullanarak hidroklorik asitle eksternal apikal rezorpsiyonlar oluşturmuşlardır. Silveira ve arkadaşları [123], 2014 yılında yaptıkları bir çalışmada internal kök rezorpsiyon lezyonlarını taklit edebilmek amacıyla %5'lik nitrik asit ile asit demineralizasyonuna dayalı yeni bir metot geliştirmişlerdir. Asit demineralizasyonu ile oluşturulan kavitelerin düzensiz şekil, derinlik ve genişlik oranlarının frezle açılan kavitelerle karşılaştırıldığında, *in vivo* şartlardaki internal rezorpsiyon kavitelerine daha çok benzediğini rapor etmişlerdir [123]. Başka bir çalışmada ise; sadece frez kullanılarak, sadece asit ile demineralize edilerek veya önce frez ardından asit uygulaması şeklinde kombinasyon yapılarak internal rezorpsiyon kaviteleri açılmıştır [124]. Ancak çalışmamızda standardizasyonu sağlamak amacıyla tüm internal rezorpsiyon kaviteleri eşit boyutta, eşit derinlikte ve orta üçlü bölgesinde yer alacak şekilde rond frez kullanılarak oluşturulmuştur. Preparasyon boyutları yine literatürdeki benzer çalışmalardan yola çıkarak belirlenmiştir [8].

Örneklerin hazırlanması ve irrigasyon aktivasyonları işlemleri aşamalarında, antibakteriyel ve organik doku çözücü etkisi sayesinde endodontide yaygın olarak kullanılan NaOCl, irrigasyon solüsyonu olarak tercih edilmiştir [38, 41]. İnternal rezorpsiyon vakalarında, kavite içerisinde bulunan granülasyon dokularının uzaklaştırılması amacıyla kimyasal çözücü olarak sodyum hipokloritin kullanılması ve aktifleştirilmesi önerilmiştir [37]. Naenni ve arkadaşları [125], %1 NaOCl, %10 klorheksidin, %3 ve %30 hidrojen peroksit, %10 parasetik asit, %5 dikloroizosianürat ve %10 sitrik asidin nekrotik doku çözme kapasitesini değerlendirmişlerdir ve NaOCl dışında hiçbir solüsyonun önemli bir doku çözme yeteneği olmadığını bildirmişlerdir. Clarkson ve arkadaşları, NaOCl'nin yüksek konsantrasyonunun düşük konsantrasyonlu olana göre daha hızlı doku çözdüğünü bulgulamıştır [45]. NaOCl'nin hangi konsantrasyonda kullanılacağına dair bir fikir birliği yoktur, ancak dentin tübüllerine en iyi penetre olabilen konsantrasyon %5 olarak belirlenmiştir [126, 127]. Bu çalışmada deneyler sırasında, %5'lik NaOCl hazır preparat halinde alınarak kullanılmış, seyreltilmemiş ve herhangi bir işlem uygulanmamıştır.

Ultrasonikler [51], lazerler[86], anatomik bitirme eğeleri [114], Self Adjusting File sistemi [128] g¼n¼m¼zde kullanılan irrigasyon aktivasyon yöntemlerine örnek olarak verilebilir. Bu çalışmada, irrigasyon aktifleştirme yöntemlerinden geleneksel şırınga irrigasyonu, PUI, diod lazer aktive irrigasyon, Er:YAG lazer aktive irrigasyon ve PIPS tekniği kullanılmıştır. Bu irrigasyon aktivasyon teknikleri benzer çalışmalarda yer alan yöntemler referans alınarak düz kök kanallarında uygulanmıştır [26, 126]. Bu çalışmada, klinik pratikte çok sık uygulanması sebebiyle geleneksel şırınga irrigasyon ve pasif ultrasonik irrigasyon yöntemleri [26, 51], yüksek sıcaklık oluşturan bir lazer olması sebebiyle diod lazer [47, 129], güncel ve etkin irrigasyon aktivasyon aracı olması sebebiyle Er:YAG lazer kullanılmıştır [47, 86, 130, 131].

İrrigasyon aktivasyonu ile ilgili çalışmalarda olduğu gibi diş kuronunun irrigasyon sol¼syonuna rezervuar olmasını sağlamak amacıyla örnek dişlerde dekorasyon işlemleri yapılmamıştır [132, 133]. Tüm örnek dişlerde geleneksel giriş kavitesi açılmasını takiben standart boyutta ve koniklikte genişletme uygulanmıştır. Van der Sluis ve arkadaşları [134], ultrasonik irrigasyonun konik forma sahip kök kanallarından debris uzaklaştırmakta daha etkin olduğunu bildirmişlerdir. Huang ve arkadaşları [135], kanal konikliği arttıkça koronal ve apikal bölgeler arasında daha iyi bir sol¼syon akışı sağlandığını bildirmişlerdir. Khademi ve arkadaşları [136], kök kanalının 0,06 konikliğe sahip 30 numaralı eğeye kadar genişletilmesinin irriganların apikal bölgeye erişimini artırdığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan tüm örnekler, minimal invaziv olarak konikliği sağlamak ve irriganların etkin bir şekilde akışını sağlamak amacıyla daha önceki çalışmalar referans alınarak genişletilmiştir.

Kanal düzensizlikleri bulunan ve/veya oval şekilli kanallarda, geleneksel şırınga irrigasyonu sonrası geniş miktarda dentin debris kaldığı gösterilmiştir [137]. Ultrasonik irrigasyon sırasında ise eğenin salınımı ulaşılması zor alanlardan daha fazla miktarda debris elimine edebilmektedir [58]. Bu çalışmada, klinik koşullarda preparasyon sonrası en çok kullanılan irrigasyon aktifleştirme yöntemi olan ultrasonik enerji kullanılmıştır [138]. Bu farkın ultrasonik enerjinin kanal içinde daha yüksek hız ve hacimde sol¼syon akışı oluşturmasından kaynaklandığı düşün¼lmektedir. Böylece ulaşılması zor alanlardan daha fazla debris eliminasyonuna ek olarak apikal tıkanmaları önlemek, lateral kanallara daha iyi ulaşım sağlamak gibi avantajlara sahiptir [55]. Bu çalışmada, örnek dişlerde yapılan preparasyonun standardizasyonunu bozmamak, kanal duvarlarındaki dentinin düzensiz şekilde incelerek

sıcaklık ölçümleri sırasında yanıltıcı sonuçlar vermesini önlemek amacıyla eş zamanlı ultrasonik irrigasyon yerine pasif ultrasonik irrigasyon kullanılmıştır [26]. Ayrıca, pasif ultrasonik irrigasyonda ultrasonik ege kanal duvarlarına temas etmediği için, dış yüzey sıcaklık artışının da daha sınırlı düzeyde olması beklenir. Bizim bilgilerimize göre, literatürde her iki yöntemin dış yüzey sıcaklığına etkisinin karşılaştırıldığı çalışma bulunmamaktadır. Bu konunun netlik kazanabilmesi için her iki yöntemin ısı değişimlerine etkisini termografik yöntemlerle karşılaştıran ileri çalışmalar gerekmektedir.

Jensen ve arkadaşları [139], yüksek güçte ultrasonik enerji ile birlikte kullanılan küçük çaplı enstrümanların kanal duvarına temasının az olması nedeniyle, solüsyon içinde daha etkili vibrasyon yaptığını ve akustik akımın etkisini artırdığını ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmada da apikali #30'a kadar genişletilmiş örnekler kanal duvarlarına temas etmeden #20 K tipi ege kullanılarak pasif ultrasonik irrigasyon yapılmıştır.

Pasif ultrasonik irrigasyon uygulaması devamlı ve aralıklı irrigasyon olarak iki farklı şekilde yapılabilir. Aralıklı pasif ultrasonik irrigasyon sırasında kök kanalından taşan irrigasyon solüsyonu miktarının enjektörün penetrasyon derinliğine göre kontrol edilebilir olduğu ancak devamlı irrigasyonda bunun mümkün olmadığı düşünülmektedir [132]. Yapılan bazı çalışmalarda devamlı ve aralıklı ultrasonik irrigasyon sırasında uzaklaştırılan debris miktarı arasında fark görülmemiş olsa da [132], birçok çalışmada devamlı pasif ultrasonik irrigasyonun debris daha iyi elimine ettiği ve irrigasyon solüsyonunun dentin tübüllerine daha iyi penetre olduğu gösterilmiştir [140, 141]. Bu çalışmada, endodonti literatüründe tavsiye edildiği gibi preparasyon tamamlandıktan sonra devamlı pasif olarak ultrasonik ile irrigasyon aktiveleştirme yapılmıştır. Ayrıca, amacımız işlem sırasında oluşan kök yüzey sıcaklığını değerlendirmek olduğu için devamlı aktiveleştirme yöntemi daha akılcı bir yaklaşımdır.

Ultrasonik enerji ile aktivasyon süresinin, irrigasyon etkinliği üzerindeki etkisi net değildir [51]. Yapılan bir çalışmada, 5 dakika boyunca uygulanan PUI'nin 3 dakika boyunca uygulanana göre smear tabakasını daha etkili biçimde uzaklaştırdığı görülmüştür [142]. Ancak bazı araştırmacılar 2 dakika süresince uygulama yapılmasını tavsiye etmektedir [143]. Daha uzun süre uygulanan pasif ultrasonik irrigasyon, kanal merkezindeki ege kanal duvarlarına temas etmeden kullanımını zorlaştırmaktadır [51]. Caputa ve arkadaşları [138], NaOCl irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldığında toplamda 300 saniye boyunca

aktifleştirme yapılabileceğini bildirmiştir. Bu tez çalışmasında, konu ile ilgili yapılan diğer çalışmaların gereç ve yöntemleri göz önünde bulundurularak ve çalışmamızda kullanılan diğer yöntemler ile standardizasyon sağlayabilmek amacıyla süre 100 sn olarak belirlenmiştir.

Ultrasonik enerji kök kanallarında yarattığı akustik akım ve kavitasyonlarla hareket enerjisine ve takiben sürtünme kuvvetiyle birlikte ısıya dönüşmektedir. Bu enerji değişimi kök kanallarında sıcaklık artışına sebep olmaktadır [144]. Zeltner ve arkadaşları [10], farklı boyuttaki K tipi eğeleri kullanarak aralıklı ve devamlı pasif ultrasonik aktivasyon yaptıkları dişlerde termokupl aracılığıyla kök dış yüzeyinde meydana gelen sıcaklık artışını ölçmüşlerdir. Çalışmanın sonucuna göre aralıklı irrigasyon tekniği uygulandığında, özellikle koronal ve orta üçlü bölgesinde sıcaklık artışının yaklaşık 8°C olduğu bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında, ultrasonik enerji ile aktivasyon yapılan gruplarda koronal, apikal ve orta üçlü bölgelerinde meydana gelen sıcaklık artışları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Ancak İKR kavitesi içeren örneklerin orta üçlüsünde meydana gelen sıcaklık artışı, İKR içermeyen örneklere göre anlamlı derecede yüksektir ve 7°C'ye yaklaşmıştır. Ancak çalışmamızda PUI uygulanan örneklerde saptanan hiçbir sıcaklık değeri eşik değerinin üzerine çıkmamış olup, güvenli sınırlar içerisinde değerlendirilebilir.

Endodontik tedavi sırasında kullanımı sıcaklık artışına sebep olan bir diğer uygulama da lazerlerdir ancak lazerlerin endodontide kullanımında bazı limitasyonlar bulunmaktadır. Öncelikle, lazer ışını fiber optik bir uçtan düz bir şekilde yayılır, saçılmalar ise sadece 18-20 derecelik açıyla meydana gelir. Tek yönlü bir lazer ışını ile tüm kök dentini yüzeyinde eşit bir ışınlama gerçekleşmesi mümkün değildir [145]. Işınlanan kök kanalı yüzeyini artırmak için fiber ucun apikalden koronale doğru helikoidal olarak hareket ettirilmesi önerilir [115]. Ek olarak, yeni konik yandan ateşlemeli fiber uçlar (side-firing fiber tips) sayesinde %80 laterale %20 düz olarak ışınlama yaparak kanal içi duvarların her bölgesine dağılım sağlanmaya çalışılmaktadır [146]. Stabholtz ve arkadaşları [147] , Er:YAG lazerler ile kullanılmak üzere yandan ateşlemeli özel bir uç tasarlamışlardır. Bu tasarım ucu kapalı yanları spiral açıklığa sahip metal bir tüpten oluşmaktaydı. Ancak bu uç, kalınlığından dolayı ince ve kurvatürlü kanallarda kullanıma uygun değildi [148]. Er:YAG lazerlerin fiber başlığı diğer lazerlere kıyasla daha kalındır. Bunun sebebi yüksek dalga boyu sebebiyle enerjinin cam moleküllerinden daha zor iletilmesidir [66]. Çok çeşitli yandan çıkışlı fiber optik uçlar endodontide hem preparasyon hem de irrigasyon aktivasyonu amacıyla tasarlanmaktadır

[47, 146]. Bu tez çalışmasında, silindirik başlıklar 50 mJ x 20 Hz ayarında aralıklı irrigasyonlarla Er:YAG lazer aktive irrigasyon ve 45 mJ x 20 Hz kullanılan PIPS tekniği ile yapılan çalışmalar referans alınarak uygulanmıştır [126, 149]. Yine yapılan çalışmalara benzer şekilde, irrigasyon aktivasyonu sırasında Er:YAG lazerin hava su ünitesi kapalı konumda tutulmuştur [126, 149].

Lazer ışını dokuda yansıma, iletim, absorpsiyon ve saçılma gösterir. Absorpsiyon sırasında ısı oluşurken lazerin dokuda etki gösterebilmesi için absorbe edilmesi gerekmektedir. Saçılma ise istenmeyen ısınmalara sebep olabilmektedir. Saçılan ışınlar yoğunlaşan enerjiyi azaltır ve güçsüzleştirir. Saçılan ışınlar arttıkça, lazerin absorpsiyonu azalır ve bu ışınların enerjisi sıcaklık artışına ve doku hasarına neden olur [66]. Bu çalışmada, LAI prosedürleri sırasında simüle İKR kavitesi içermeyen dişlerde simüle İKR kavitesi içeren dişlere göre koronal ve apikal bölgede daha fazla sıcaklık artışları meydana gelmiştir. Bu durum, rezorpsiyon kavitesi içeren örneklerde, orta üçlüdeki andırkat alanı içinde meydana gelen saçılmaların daha çok olduğunu, böylece koronal ve apikal bölgede istenmeyen ısınmaların daha az meydana geldiğini düşündürmektedir. Diğer bir bakış açısıyla rezorpsiyon kavitesi içermeyen örneklerde düz bir kanal içerisinde saçılmaların daha homojen bir şekilde meydana geldiği ve bu nedenle sıcaklık artışlarının da daha homojen dağıldığı düşünülebilir.

Bu tez çalışmasında, lazer ile irrigasyon yapılan üç teknik değerlendirildiğinde, orta ve apikal üçlüde en düşük sıcaklık artışına PIPS yönteminin neden olduğu gözlenmiştir. En yüksek ortalama sıcaklık artışları da diod lazer kullanılan gruplardan elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak diod lazerin kısa dalga boyuna sahip olması sebebiyle su molekülleri tarafından absorbe edilmediği için kök kanallarının irrigasyon sırasında solüsyon ile doldurularak atımlı modda devamlı irrigasyon yapılması olduğu düşünülmektedir [66, 67]. Buna ek olarak, PIPS yönteminde kullanılan Er:YAG lazerin su tarafından yüksek miktarda absorpsiyonu suda buharlaşmaya sebep olurken, ışın sırasında çevre dokulardaki termal etkilerin azalmasını sağlamaktadır [67]. Ancak koronal bölgedeki sıcaklık artışları baz alındığında ise, PIPS ile diod lazer arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bunun sebebi, PIPS tekniğinde koronalden atım yapılmasıyla açıklanabilir. Ayrıca lazer ile irrigasyon aktivasyonu yapılan tüm gruplarda, rezorpsiyon kavitesine sahip olsun ya da olmasın, dişlerin bazı bölgelerindeki sıcaklık artışı güvenli limit olan 10°C'nin üzerine çıkmıştır. Tüm bu veriler değerlendirildiğinde ve bu tez çalışmasının yapıldığı *in vitro* koşullar altında lazer kullanılarak yapılan irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin hiçbirinin

kök dış yüzey sıcaklık artışı açısından güvenli sayılmayacağı öngörülebilir. Bununla birlikte *in vitro* koşullarda açığa çıkan bu ısılardan, periodontal membrandaki mikro dolaşımın soğutma etkisi nedeniyle gerçek klinik koşullarda tolere edilebileceği düşünülmektedir [78, 150].

Sıcaklık artışının ölçülmesi için *in vitro* çalışma modeli kullanılmasının, gerçek klinik koşulların ancak yaklaşık bir yansıması olabileceği bildirilmektedir. Diş dokularına yapılan herhangi bir materyal ya da tekniğin pulpa odasında oluşturacağı gerçek sıcaklık artışının, ancak *in vivo* koşullarla ölçülebileceği düşünülmektedir [78]. Saunders [78], açığa çıkan ısının *in vitro* şartlara kıyasla *in vivo* şartlarda daha kolay tolere edilebileceğini bildirmiştir. Bunu periodontal membrandaki mikro dolaşımın soğutma etkisine bağlamıştır. Dişin üzerine mikro dolaşımı taklit eden bir sistem konulması termal kamera ile ölçümlere engel olacağından böyle bir düzenek oluşturulamamıştır. Bu konu, bu tez çalışmasının bir limitasyonu olarak değerlendirilebilir.

Kök dış yüzey sıcaklığını değerlendiren çalışmalarda daha kolay ulaşılabilirlik ve uygulanabilirlik açısından genellikle termokupl yöntemi tercih edilmiştir [151, 152]. Termokupl yönteminin en büyük dezavantajı kök yüzeyinde uçların sadece kontakt yaptığı noktalardaki sıcaklık değişimlerini ölçebilmeleri, tüm kök yüzeyi gibi geniş alanlarda inceleme yapmak istendiğinde yetersiz kalmalarıdır. Geniş yüzey incelemelerinde birden fazla sayıda termokupl kullanılabilmesi önerilmiştir, fakat bu uygulamada eş zamanlı termokupl analizleri süresince kök yüzeyinin topografik yapısı nedeniyle engellerle karşılaşılabilmesi düzensiz kök yüzeylerinde zayıf bağlanma ile elde edilen sıcaklık verilerinin gerçekten düşük olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca güvenilir ölçümlerin sağlanması için termokupl ve yüzey arasındaki bağlantının sağlam olması gerekmektedir. Fakat yapılan çalışmalar göstermiştir ki sıcaklık değişimini meydana getiren kanal içi uygulamalar sonucunda kontakt zarar görebilmekte ve sonuçların güvenilirliği azalabilmektedir [153]. Donnermeyer ve arkadaşları [11], farklı sıcaklıklardaki NaOCl'yi kök kanallarına uygulamadan önce çeşitli sıcaklıklarda olacak şekilde hazırlamışlar ve EDDY, EndoActivator, ultrasonik enerji ve PIPS kullanarak irrigasyon aktiveleme yaparken termokupl ile kök dış yüzeyinden sıcaklık ölçümleri yapmışlardır.

Kızılötesi termografik görüntüleme yöntemi ise kök dış yüzey sıcaklığının gerçek zamanlı olarak araştırılmasına olanak tanıyan tek yöntemdir [106]. Guidotti ve arkadaşları [131],

Er:YAG lazer ile irrigasyon aktivasyonu ile smear tabakasının uzaklaştırılmasını incelerken dış yüzeylerde termal kamera ile koronal iç yüzeyde ise termokupl ile meydana gelen sıcaklık değişimini ölçmüştür. Bu çalışmada, termal kameranın dezavantajı olarak iç yüzeyin ölçülememesi gösterilirken, termal kameranın geniş bir yüzeyde ölçümler yapması, daha güvenilir sonuçlar vermesi avantaj olarak gösterilmiştir. Kök kanalların sıcaklık değişiminin infrared termal kamera yardımı ile incelendiği çalışmalarda emisivite değeri 0,91 olarak alınmıştır [111]. Bu tez çalışmasında kullanılan emisivite değeri de literatürdeki benzer çalışmalar doğrultusunda 0,91 olarak belirlenmiştir. Termal kamera tarafından kaydedilen sıcaklık, klima kanalından gelen hava akımlarından, operatörün parmaklarından gelen ısıdan, akkor ışık küresinden gelen ısıdan, irriganın sıcaklığından ve sensöre irrigan sıçramasından etkilenmektedir [66]. Bu sebeple bu çalışmada, deney boyunca odadaki hava akımı önlenmiştir, oda sıcaklığı dijital bir termometreyle ölçülerek kontrol edilmiştir ve dış yalıtkan bir araç ile el teması olmadan tutulmuştur. Deney sırasında kamera belli mesafede tutularak irriganın sıçraması önlenmiştir.

Gerçek ağız ortamında ve vücut sıcaklığında elde edilen bulguların *in vitro* çalışma bulgularından daha farklı olabileceği ve bu tez çalışmasının yapıldığı *in vivo* koşulların ağız ortamını tam anlamıyla taklit edememesi bu çalışmanın bir limitasyonu olarak düşünülebilir. Ayrıca, lazer ile irrigasyon sırasında cihazın güç ayarlarının çok farklı değerlerde ayarlanabilir olmasına bağlı lazerin etkinliğinin değişecek olması da değerlendirilmesi gereken bir diğer parametredir. Bu tez çalışmasının yapıldığı koşullar ve limitasyonlar göz önüne alınarak bulgular değerlendirildiğinde, ağız ortamını daha başarılı taklit edebilen canlı modeller üzerinde yapılacak yeni çalışmalar literatüre katkı sağlayacaktır.

6. SONUÇLAR

1. Lazer ile irrigasyon aktivasyonu yapılan tüm gruplarda, rezorpsiyon kavitesine sahip olsun ya da olmasın, dişlerin bazı bölgelerindeki sıcaklık artışı eşik değerinin üzerine çıkmıştır. Tüm bu veriler değerlendirildiğinde ve bu tez çalışmasının yapıldığı *in vitro* koşullar altında lazer kullanılarak yapılan irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin hiçbirinin kök dış yüzey sıcaklık artışı açısından güvenli sayılamayacağı öngörülebilir.
2. İnternal kök rezorpsiyonu içeren dişlerde rezorpsiyon bölgesi içeren orta üçlüde incelenen dentin kalınlığının ve meydana gelen saçılmaların etkisiyle irrigasyon aktivasyonu sırasında Er:YAG, PIPS ve PUI kullanıldığında daha fazla sıcaklık artışı meydana gelmiştir.
3. Simüle İKR kavitesine sahip ve sahip olmayan tüm dişlerin diod lazer ile irrigasyon aktivasyonu sırasında apikal ve orta üçlü bölgelerindeki sıcaklık artışı eşik değeri olan 10°C'nin üzerine çıkmıştır. Bu nedenle periodontal hücre hasarı, doku nekrozu gibi komplikasyonlarla işlem sırasında veya sonrasında karşılaşılabılır.
4. PIPS tekniği kullanılan tüm örneklerde koronal bölgede oluşan sıcaklık artışı farkı 10°C'nin üzerine çıkmıştır.
5. Deney süresince oda sıcaklığının örneklere etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan kontrol grubu sıcaklık ölçümlerinde anlamlı bir sıcaklık değişimi bulunmamıştır.



KAYNAKLAR

1. Chong, B. S. (2019). *Harty, klinik uygulamalarda endodonti* (Seven edition). Ankara: Güneş Tıp Kitabevi, 250-253.
2. Hülsmann, M., Peters, O. A., and Dummer, P. M. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 10(1), 30-76.
3. McComb, D., and Smith, D. C. (1975). A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *Journal of Endodontics*, 1(7), 238-242.
4. Gu, L. S., Kim, J. R., Ling, J., Choi, K. K., Pashley, D. H., and Tay, F. R. (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics*, 35(6), 791-804.
5. Plotino, G., Cortese, T., Grande, N. M., Leonardi, D. P., Di Giorgio, G., Testarelli, L., and Gambarini, G. (2016). New technologies to improve root canal disinfection. *Brazilian Dental Journal*, 27(1), 3-8.
6. Klinke, T., Klimm, W., and Gutknecht, N. (1997). Antibacterial effects of Nd: YAG laser irradiation within root canal dentin. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 15(1), 29-31.
7. Mohammadi, Z. (2009). Laser applications in endodontics: an update review. *International Dental Journal*, 59(1), 35-46.
8. Ulusoy, Ö. I., Yılmazoğlu, M. Z., and Görgül, G. (2015). Effect of several thermoplastic canal filling techniques on surface temperature rise on roots with simulated internal resorption cavities: an infrared thermographic analysis. *International Endodontic Journal*, 48(2), 171-176.
9. Burleson, A., Nusstein, J., Reader, A., and Beck, M. (2007). The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 33(7), 782-787.
10. Zeltner, M., Peters, O. A., and Paqué, F. (2009). Temperature changes during ultrasonic irrigation with different inserts and modes of activation. *Journal of Endodontics*, 35(4), 573-577.
11. Donnermeyer, D., Schäfer, E., and Bürklein, S. (2021). Real-time intracanal temperature measurement comparing mechanically and laser-activated irrigation to syringe irrigation. *Australian Endodontic Journal*, 47(1), 59-66.
12. Alaçam, T. (2012). *Endodonti*. Ankara: Özyurt Matbaacılık, 1-14.
13. Setzer, F. C., and Kim, S. (2014). Comparison of long-term survival of implants and endodontically treated teeth. *Journal of Dental Research*, 93(1), 19-26.
14. Rossi-Fedele, G., Musu, D., Cotti, E., and Doğramacı, E. J. (2016). Root canal treatment versus single-tooth implant: a systematic review of internet content. *Journal of Endodontics*, 42(6), 846-853.

15. Patel, S., and Ford, T. P. (2007). Is the resorption external or internal?. *Dental Update*, 34(4), 218-229.
16. Abbott, P. V., and Lin, S. (2022). Tooth resorption—Part 2: A clinical classification. *Dental Traumatology*, 38(4), 267-285.
17. Louis H. Berman, D., FACD and Kenneth M. Hargreaves (2021), *Cohen's Pathways of the Pulp*. (12th edition). Canada: Elsevier ,928.
18. Patel, S., Ricucci, D., Durak, C., & Tay, F. (2010). Internal root resorption: a review. *Journal of Endodontics*, 36(7), 1107-1121.
19. Heboyan, A., Avetisyan, A., Karobari, M. I., Marya, A., Khurshid, Z., Rokaya, D., Zafar, M. S., and Fernandes, G. V. D. O. (2022). Tooth root resorption: A review. *Science Progress*, 105(3), 00368504221109217.
20. Al-Qawasmi, R. A., Hartsfield Jr, J. K., Everett, E. T., Flury, L., Liu, L., Foroud, T. M., Macri, J. V., and & Roberts, W. E. (2003). Genetic predisposition to external apical root resorption. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 123(3), 242-252.
21. Goultshin, J., Nitzan, D., and Azaz, B. (1982). Root resorption: review and discussion. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 54(5), 586-590.
22. Altundasar, E., and Demir, B. (2009). Management of a perforating internal resorptive defect with mineral trioxide aggregate: a case report. *Journal of Endodontics*, 35(10), 1441-1444.
23. Bhuva, B., Barnes, J. J., and Patel, S. (2011). The use of limited cone beam computed tomography in the diagnosis and management of a case of perforating internal root resorption. *International Endodontic Journal*, 44(8), 777-786.
24. Gabor, C., Tam, E., Shen, Y., and Haapasalo, M. (2012). Prevalence of internal inflammatory root resorption. *Journal of Endodontics*, 38(1), 24-27.
25. Cabrini, R. L., Maisto, O. A., and Manfredi, E. E. (1957). Internal resorption of dentine: histopathologic control of eight cases after pulp amputation and capping with calcium hydroxide. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 10(1), 90-96.
26. Louis H. Berman, D., FACD and Kenneth M. Hargreaves (2016), *Cohen's Pathways of the Pulp*. (11th edition). Canada: Elsevier, 209-681.
27. Gartner, A. H., Mack, T., Somerlott, R. G., and Walsh, L. C. (1976). Differential diagnosis of internal and external root resorption. *Journal of Endodontics*, 2(11), 329-334.
28. Tronstad, L. (1988). Root resorption—etiology, terminology and clinical manifestations. *Dental Traumatology*, 4(6), 241-252.
29. European Society of Endodontology. (2006). Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *International Endodontic Journal*, 39(12), 921-930.

30. Çiftçiöğlü, E., Yücel, Ö., Işık, V., Keleş, A., and Kayahan, M. B. (2022). Irrigant flow characteristics in the root canal with internal root resorption: A computational fluid dynamics evaluation. *Odontology*, 110, 769–776.
31. Trope, M., Moshonov, J., Nissan, R., Buxt, P., and Yesilsoy, C. (1995). Short vs. long-term calcium hydroxide treatment of established inflammatory root resorption in replanted dog teeth. *Dental Traumatology*, 11(3), 124-128.
32. Umashetty, G., Hoshing, U., Patil, S., and Ajgaonkar, N. (2015). Management of inflammatory internal root resorption with Biodentine and thermoplasticised Gutta-Percha. *Case reports in Dentistry*, 2015, 452609.
33. Gencoglu, N., Yildirim, T., Garip, Y., Karagenc, B., and Yilmaz, H. (2008). Effectiveness of different gutta-percha techniques when filling experimental internal resorptive cavities. *International Endodontic Journal*, 41(10), 836-842.
34. Eriksson, A. R., and Albrektsson, T. (1983). Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 50(1), 101-107.
35. Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., and Gao, Y. (2010). Irrigation in endodontics. *Dental Clinics*, 54(2), 291-312.
36. Takeda, F. H., Harashima, T., Kimura, Y., and Matsumoto, K. (1999). A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. *International Endodontic Journal*, 32(1), 32-39.
37. Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., and Gao, Y. (2010). Irrigation in endodontics. *Dental Clinics*, 54(2), 291-312.
38. Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389-398.
39. Christensen, C. E., McNeal, S. F., and Eleazer, P. (2008). Effect of lowering the pH of sodium hypochlorite on dissolving tissue in vitro. *Journal of Endodontics*, 34(4), 449-452.
40. Sirtes, G., Waltimo, T., Schaetzle, M., and 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.
41. Jaiswal, N., Sinha, D. J., Singh, U. P., Singh, K., Jandial, U. A., and Goel, S. (2017). Evaluation of antibacterial efficacy of Chitosan, Chlorhexidine, Propolis and Sodium hypochlorite on *Enterococcus faecalis* biofilm: An in vitro study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(9), 1066- 1074.
42. Mohammadi, Z. (2008). Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *International Dental Journal*, 58(6), 329-341.
43. Senia, E. S., Marshall, F. J., and Rosen, S. (1971). The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 31(1), 96-103.

44. Hand, R. E., Smith, M. L., and Harrison, J. W. (1978). Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*, 4(2), 60-64.
45. Gomes, B. P. F. A., Ferraz, C. C. R., ME, V., Berber, V. B., Teixeira, F. B., & Souza-Filho, F. J. (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.
46. Tay, F. R., Gu, L. S., Schoeffel, G. J., Wimmer, C., Susin, L., Zhang, K., Arun, S. N., Kim, J., Looney, S. W., and Pashley, D. H. (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.
47. Neelakantan, P., Cheng, C. Q., Mohanraj, R., Sriraman, P., Subbarao, C., and Sharma, S. (2015). Antibiofilm activity of three irrigation protocols activated by ultrasonic, diode laser or Er: YAG laser in vitro. *International Endodontic Journal*, 48(6), 602-610.
48. İnternet: Güner, Ç. (2000). Gürültünün sağlık üzerine etkileri. Sürekli Tıp Eğitim Dergisi, Web:
<https://www.ttb.org.tr/STED/sted0700/5.html#:~:text=%C4%B0nsan%20kula%C4%9F%C4%B1%2020%2D20.000%20Hz,Mhz%20ve%2085%20dB%20d%C3%BCzeyidir> , Son Erişim Tarihi: 02.01.2023.
49. Plotino, G., Pameijer, C. H., Grande, N. M., and Somma, F. (2007). Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *Journal of Endodontics*, 33(2), 81-95.
50. Martin, H., Cunningham, W. T., Norris, J. P., and Cotton, W. R. (1980). Ultrasonic versus hand filing of dentin: a quantitative study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 49(1), 79-81.
51. van der Sluis, L. W. M., Versluis, M., Wu, M. K., and Wesselink, P. R. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal*, 40(6), 415-426.
52. van Der Sluis, L. W. M., Wu, M. K., and Wesselink, P. R. (2005). A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*, 38(9), 593-596.
53. Weller, R. N., Brady, J. M., and Bernier, W. E. (1980). Efficacy of ultrasonic cleaning. *Journal of Endodontics*, 6(9), 740-743.
54. Carver, K., Nusstein, J., Reader, A., & Beck, M. (2007). In vivo antibacterial efficacy of ultrasound after hand and rotary instrumentation in human mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 33(9), 1038-1043.
55. Mozo, S., Llena, C., and Forner, L. (2012). Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*, 17(3), e512.

56. Cameron, J. A. (1988). The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *Journal of Endodontics*, 14(11), 554-559.
57. Mayer, B. E., Peters, O. A., and Barbakow, F. (2002). Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal*, 35(7), 582-589.
58. Munley, P. J., and Goodell, G. G. (2007). Comparison of passive ultrasonic debridement between fluted and nonfluted instruments in root canals. *Journal of Endodontics*, 33(5), 578-580.
59. Walmsley, A. D., and Williams, A. R. (1989). Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. *Journal of endodontics*, 15(5), 189-194.
60. Walters, J. D., and Rawal, S. Y. (2007). Severe periodontal damage by an ultrasonic endodontic device: a case report. *Dental Traumatology*, 23(2), 123-127.
61. Nicoll, B. K., and Peters, R. J. (1998). Heat generation during ultrasonic instrumentation of dentin as affected by different irrigation methods. *Journal of Periodontology*, 69(8), 884-888.
62. Dominici, J. T., Clark, S., Scheetz, J., and Eleazer, P. D. (2005). Analysis of heat generation using ultrasonic vibration for post removal. *Journal of Endodontics*, 31(4), 301-303.
63. Satterthwaite, J. D., Stokes, A. N., and Frankel, N. T. (2003). Potential for temperature change during application of ultrasonic vibration to intra-radicular posts. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 11(2), 51-56.
64. Boyraz, İ., and Yıldız, A. (2017). Lazer Çeşitleri ve yüksek yoğunluklu lazer kullanımı. *Çağdaş Tıp Dergisi*, 6(1), 104-109.
65. Maiman, T.H. (1960). Stimulated optical radiation in ruby. *Nature*, 187, 493-494.
66. Coluzzi, D. J. (2004). Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dental Clinics*, 48(4), 751-770.
67. Jurič, I. B., and Anić, I. (2014). The use of lasers in disinfection and cleanliness of root canals: a review. *Acta Stomatologica Croatica*, 48(1), 6.
68. Saydjari, Y., Kuypers, T., and Gutknecht, N. (2016). Laser application in dentistry: irradiation effects of Nd: YAG 1064 nm and diode 810 nm and 980 nm in infected root canals—a literature overview. *BioMed Research International*, 2016, 8421656
69. Passanezi, E., Damante, C. A., de Rezende, M. L. R., and Gregi, S. L. A. (2015). Lasers in periodontal therapy. *Periodontol 2000*, 67(1), 268-291.
70. Wigdor, H. A., Walsh, J. T., Featherstone, J. D., Visuri, S. R., Fried, D., and Waldvogel, J. L. (1995). Lasers in dentistry. *Lasers in Surgery and Medicine*, 16(2), 103-133.
71. Dederich, D. N. (1993). Laser/tissue interaction: what happens to laser light when it strikes tissue?. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 124(2), 57-61.

72. Coluzzi, D. J. (2000). An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dental Clinics of North America*, 44(4), 753-765.
73. Jezeršek, M., Lukač, N., Lukač, M., Tenyi, A., Olivi, G., and Fidler, A. (2020). Measurement of pressures generated in root canal during Er: YAG laser-activated irrigation. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, 38(10), 625-631.
74. Dederich, D. N., Zakariasen, K. L., and Tulip, J. (1984). Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentin following neodymium-yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. *Journal of Endodontics*, 10(9), 428-431.
75. Weichman, J. A., and Johnson, F. M. (1971). Laser use in endodontics: a preliminary investigation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 31(3), 416-420.
76. Stabholz, A., Sahar-Helft, S., and Moshonov, J. (2004). Lasers in endodontics. *Dental Clinics*, 48(4), 809-832.
77. Kimura, Y., Wilder-Smith, P., and Matsumoto, K. (2000). Lasers in endodontics: a review. *International Endodontic Journal*, 33(3), 173-185.
78. Saunders, E. M. (1990). In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. Part II. Histological response to temperature elevation on the external surface of the root. *International Endodontic Journal*, 23(5), 268-274.
79. White, J. M., Fagan, M. C., and Goodis, H. E. (1994). Intrapulpal temperatures during pulsed Nd: YAG laser treatment of dentin, in vitro. *Journal of Periodontology*, 65(3), 255-259.
80. Lee, B. S., Jeng, J. H., Lin, C. P., Shoji, S., and Lan, W. H. (2004). Thermal effect and morphological changes induced by Er: YAG laser with two kinds of fiber tips to enlarge the root canals. *Photomedicine and Laser Surgery*, 22(3), 191-197.
81. Komori, T., Yokoyama, K., Matsumoto, Y., and Matsumoto, K. (1997). Erbium: YAG and holmium: YAG laser root resection of extracted human teeth. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 15(1), 9-13.
82. Mir, M., Gutknecht, N., Poprawe, R., Vanweersch, L., and Lampert, F. (2009). Visualising the procedures in the influence of water on the ablation of dental hard tissue with erbium: yttrium-aluminium-garnet and erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet laser pulses. *Lasers in Medical Science*, 24(3), 365-374.
83. George, R., Meyers, I. A., and Walsh, L. J. (2008). 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.
84. de Groot, S. D., Verhaagen, B., Versluis, M., Wu, M. K., Wesselink, P. R., and Van Der Sluis, L. W. M. (2009). Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *International Endodontic Journal*, 42(12), 1077-1083.

85. Peeters, H. H., and 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.
86. Do, Q. L., and Gaudin, A. (2020). The efficiency of the Er: YAG laser and photoninduced photoacoustic streaming (PIPS) as an activation method in endodontic irrigation: a literature review. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 11(3), 316.
87. Hmud, R., Kahler, W. A., George, R., and Walsh, L. J. (2010). Cavitation effects in aqueous endodontic irrigants generated by near-infrared lasers. *Journal of Endodontics*, 36(2), 275-278.
88. Bergmans, L., Moisiadis, P., Teughels, W., Van Meerbeek, B., Quirynen, M., and Lambrechts, P. (2006). Bactericidal effect of Nd: YAG laser irradiation on some endodontic pathogens ex vivo. *International Endodontic Journal*, 39(7), 547-557.
89. Koch, J. D., Jaramillo, D. E., DiVito, E., and Peters, O. A. (2016). Irrigant flow during photon-induced photoacoustic streaming (PIPS) using Particle Image Velocimetry (PIV). *Clinical Oral Investigations*, 20(2), 381-386.
90. White, J. M., Goodis, H. E., and Rose, C. M. (1991). Nd: YAG pulsed infrared laser for treatment of root surface. *California Dental Association Journal*, 19(11), 55-58.
91. Blanken, J., De Moor, R. J. G., Meire, M., and 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: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*, 41(7), 514-519.
92. Aoki, A., Sasaki, K. M., Watanabe, H., and Ishikawa, I. (2004). Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontology 2000*, 36(1), 59-97.
93. Moritz, A., Gutknecht, N., Doertbudak, O., Goharkhay, K., Schoop, U., Schauer, P., and Sperr, W. (1997). Bacterial reduction in periodontal pockets through irradiation with a diode laser: a pilot study. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 15(1), 33-37.
94. Coluzzi, D. J. (2002). Lasers and soft tissue curettage: an update. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 23(11), 1104-1111.
95. Takeda, F. H., Hatashima, T., Eto, J. N., Kimura, Y., and Matsumoto, K. (1998). Effect of Er: YAG laser treatment on the root canal walls of human teeth: an SEM study. *Dental Traumatology*, 14(6), 270-273.
96. Meister, J., Franzen, R., Forner, K., Grebe, H., Stanzel, S., Lampert, F., and Apel, C. (2006). Influence of the water content in dental enamel and dentin on ablation with erbium YAG and erbium YSGG lasers. *Journal of Biomedical Optics*, 11(3), 034030.
97. Ari, H., and Erdemir, A. (2005). Effects of endodontic irrigation solutions on mineral content of root canal dentin using ICP-AES technique. *Journal of Endodontics*, 31(3), 187-189.
98. Rechmann, P., Goldin, D. S., and Hennig, T. (1998). Er: YAG lasers in dentistry: an overview. *Lasers in Dentistry IV*, 3248, 2-13.

99. Matsumoto, K., Nakamura, Y., Mazeki, K., and Kimura, Y. (1996). Clinical dental application of Er: YAG laser for class V cavity preparation. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 14(3), 123-127.
100. Wigdor, H., Abt, E., Ashrafi, S., and Walsh Jr, J. T. (1993). The effect of lasers on dental hard tissues. *Journal of the American Dental Association*, 124(2), 65-70.
101. Matsumoto, H., Yoshimine, Y., and 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.
102. George, R., and Walsh, L. J. (2010). Thermal effects from modified endodontic laser tips used in the apical third of root canals with erbium-doped yttrium aluminium garnet and erbium, chromium-doped yttrium scandium gallium garnet lasers. *Photomedicine and laser Surgery*, 28(2), 161-165.
103. DiVito, E., and Lloyd, A. (2012). ER: YAG laser for 3-dimensional debridement of canal systems: use of photon-induced photoacoustic streaming. *Dentistry Today*, 31(11), 122-124.
104. Madarati, A. A., Qualtrough, A. J., and Watts, D. C. (2008). Factors affecting temperature rise on the external root surface during ultrasonic retrieval of intracanal separated files. *Journal of Endodontics*, 34(9), 1089-1092.
105. Lan, W. H. (1999). Temperature elevation on the root surface during Nd: YAG laser irradiation in the root canal. *Journal of Endodontics*, 25(3), 155-156.
106. Mc Cullagh, J. J. P., Setchell, D. J., Gulabivala, K., Hussey, D. L., Biagioni, P., Lamey, P. J., and Bailey, G. (2000). A comparison of thermocouple and infrared thermographic analysis of temperature rise on the root surface during the continuous wave of condensation technique. *International Endodontic Journal*, 33(4), 326-332.
106. Aslan, S. (2016). *Mühendislik Uygulamalarında Termal Kamera Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İskenderun, 2-8.
107. Çalışan, M., ve Türkoğlu, İ. (2011). *Termal kameralar ve uygulamaları*. Elektrik-Elektronik Bilgisayar Sempozyumu (FEEB 2011), Fırat Üniversitesi, Elazığ, 46, 50.
108. Düzgün, D. ve Or, M. (2009). Termal kameraların tıpta veteriner hekimlikte kullanımı. *Türk Bilim Araştırma Vakfı (TÜBAV) Bilim Dergisi*, 2(4), 468-475.
109. Lipski, M. (2006). In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperatures generated by high-temperature thermoplasticized injectable gutta-percha obturation technique. *Journal of Endodontics*, 32(5), 438-441.
110. Barreira, E., Almeida, R. M., and Simões, M. L. (2021). Emissivity of building materials for infrared measurements. *Sensors*, 21(6), 1961.
111. da Costa Ribeiro, A., Nogueira, G. E. C., Antoniazzi, J. H., Moritz, A., and Zezell, D. M. (2007). Effects of diode laser (810 nm) irradiation on root canal walls: thermographic and morphological studies. *Journal of Endodontics*, 33(3), 252-255.

112. Hussey, D. L., Biagioni, P. A., McCullagh, J. J. P., and Lamey, P. J. (1997). Thermographic assessment of heat generated on the root surface during post space preparation. *International Endodontic Journal*, 30(3), 187-190.
113. Kirmizi, D., Aksoy, U., and Orhan, K. (2021). Efficacy of laser-activated irrigation and conventional techniques in calcium hydroxide removal from simulated internal resorption cavities: Micro-CT study. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, 39(10), 674-681.
114. Ulusoy, Ö. I., Savur, I. G., Alaçam, T., and Çelik, B. (2018). The effectiveness of various irrigation protocols on organic tissue removal from simulated internal resorption defects. *International Endodontic Journal*, 51(9), 1030-1036.
115. Gutknecht, N., Van Gogswaardt, D. I. R. K., Conrads, G., Apel, C., Schubert, C., and Lampert, F. (2000). Diode laser radiation and its bactericidal effect in root canal wall dentin. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 18(2), 57-60.
116. Patel, S., Kanagasingam, S., and Ford, T. P. (2009). External cervical resorption: a review. *Journal of Endodontics*, 35(5), 616-625.
117. Zhou, X., Chen, Y., Wei, X., Liu, L., Zhang, F., Shi, Y., and Wu, W. (2010). Heat transfers to periodontal tissues and gutta-percha during thermoplasticized root canal obturation in a finite element analysis model. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 110(2), 257-263.
118. Kamalak, A., Uzun, I., Arslan, H., Keleş, A., Doğanay, E., Keskin, C., and Akcay, M. (2016). Fracture resistance of endodontically retreated roots after retreatment using self-adjusting file, passive ultrasonic irrigation, photon-induced photoacoustic streaming, or laser. *Photomedicine and Laser Surgery*, 34(10), 467-472.
119. Matsuoka, E., Yonaga, K., Kinoshita, J. I., Kimura, Y., and Matsumoto, K. (2000). Morphological study on the capability of Er: YAG laser irradiation for root canal preparation. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 18(4), 215-219.
120. Andreasen, F. M., Sewerin, I., Mandel, U., and Andreasen, J. O. (1987). Radiographic assessment of simulated root resorption cavities. *Dental Traumatology*, 3(1), 21-27.
121. Kravitz, L. H., Tyndall, D. A., Bagnell, C. P., and Dove, S. B. (1992). Assessment of external root resorption using digital subtraction radiography. *Journal of Endodontics*, 18(6), 275-284.
122. Eraso, F. E., Parks, E. T., Roberts, W. E., Hohlt, W. F., and Ofner, S. (2007). Density value means in the evaluation of external apical root resorption: an in vitro study for early detection in orthodontic case simulations. *Dentomaxillofacial Radiology*, 36(3), 130-137.
123. da Silveira, P. F., Vizzotto, M. B., Montagner, F., da Silveira, H. L. D., and da Silveira, H. E. D. (2014). Development of a new in vitro methodology to simulate internal root resorption. *Journal of Endodontics*, 40(2), 211-216.

124. Marques-da-Silva, B., Alberton, C. S., Tomazinho, F. S. F., Gabardo, M. C. L., Duarte, M. A. H., Vivan, R. R., & Baratto-Filho, F. (2020). Effectiveness of five instruments when removing calcium hydroxide paste from simulated internal root resorption cavities in extracted maxillary central incisors. *International Endodontic Journal*, 53(3), 366-375.
125. Naenni, N., Thoma, K., and Zehnder, M. (2004). Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *Journal of Endodontics*, 30(11), 785-787.
126. Keles, A., Kamalak, A., Keskin, C., Akçay, M., and Uzun, İ. (2016). The efficacy of laser, ultrasound and self-adjustable file in removing smear layer debris from oval root canals following retreatment: A scanning electron microscopy study. *Australian Endodontic Journal*, 42(3), 104-111.
127. Virdee, S. S., Farnell, D. J. J., Silva, M. A., Camilleri, J., Cooper, P. R., and Tomson, P. L. (2020). The influence of irrigant activation, concentration and contact time on sodium hypochlorite penetration into root dentine: an ex vivo experiment. *International Endodontic Journal*, 53(7), 986-997.
128. Kfir, A., Blau-Venezia, N., Goldberger, T., Abramovitz, I., and Wigler, R. (2018). Efficacy of self-adjusting file, XP-endo finisher and passive ultrasonic irrigation on the removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove. *Australian Endodontic Journal*, 44(1), 26-31.
129. Rajakumaran, A., and Ganesh, A. (2019). Comparative evaluation of depth of penetration of root canal irrigant after using manual, passive ultrasonic, and diode laser-assisted irrigant activation technique. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 11(2), S216.
130. Keleş, A., Arslan, H., Kamalak, A., Akçay, M., Sousa-Neto, M. D., and Versiani, M. A. (2015). Removal of filling materials from oval-shaped canals using laser irradiation: a micro-computed tomographic study. *Journal of Endodontics*, 41(2), 219-224.
131. Guidotti, R., Merigo, E., Fornaini, C., Rocca, J. P., Medioni, E., and 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.
132. Van der Sluis, L. W. M., Gambarini, G., Wu, M. K., and Wesselink, P. R. (2006). The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*, 39(6), 472-476.
133. Savur, I. G., and Ulusoy, O. I. (2021). The effectiveness of ethylenediaminetetraacetic, etidronic, and peracetic acids activated with ultrasonics or diode laser on calcium hydroxide removal from root canal walls. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 24(11), 1662.

134. Van der Sluis, L. W. M., Wu, M. K., and Wesselink, P. R. (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.
135. Huang, T. Y., Gulabivala, K., and Ng, Y. L. (2008). A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *International Endodontic Journal*, 41(1), 60-71.
136. Khademi, A., Yazdizadeh, M., and Feizianfard, M. (2006). Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. *Journal of Endodontics*, 32(5), 417-420.
137. Tan, B. T., and Messer, H. H. (2002). The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. *Journal of Endodontics*, 28(9), 658-664.
138. Căpută, P. E., Retsas, A., Kuijk, L., de Paz, L. E. C., and Boutsoukis, C. (2019). Ultrasonic irrigant activation during root canal treatment: a systematic review. *Journal of Endodontics*, 45(1), 31-44.
139. Jensen, S. A., Walker, T. L., Hutter, J. W., and Nicoll, B. K. (1999). Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *Journal of Endodontics*, 25(11), 735-738.
140. Adcock, J. M., Sidow, S. J., Looney, S. W., Liu, Y., McNally, K., Lindsey, K., and Tay, F. R. (2011). Histologic evaluation of canal and isthmus debridement efficacies of two different irrigant delivery techniques in a closed system. *Journal of Endodontics*, 37(4), 544-548.
141. Castelo-Baz, P., Martín-Biedma, B., Cantatore, G., Ruíz-Piñón, M., Bahillo, J., Rivas-Mundiña, B., and Varela-Patiño, P. (2012). In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral canals of extracted teeth. *Journal of Endodontics*, 38(5), 688-691.
142. 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.
143. Krell, K. V., Johnson, R. J., and Madison, S. (1988). Irrigation patterns during ultrasonic canal instrumentation. Part I. K-type files. *Journal of Endodontics*, 14(2), 65-68.
144. Akay, A. (2002). Acoustics of friction. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 111(4), 1525-1548.
145. Anić, I., Šegović, S., Katanec, D., Prskalo, K., and Najžar-Fleger, D. (1998). Scanning electron microscopic study of dentin lased with argon, CO₂, and Nd: YAG laser. *Journal of Endodontics*, 24(2), 77-81.


146. George, R., and Walsh, L. J. (2009). Performance assessment of novel side firing flexible optical fibers for dental applications. *Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*, 41(3), 214-221.
147. Stabholz, A., Zeltser, R., Sela, M., Peretz, B., Moshonov, J., and Ziskind, D. (2003). The use of lasers in dentistry: principles of operation and clinical applications. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 24(12), 935-48.
148. Ngo, A. K., and Fried, N. M. (2006). Side-firing germanium oxide optical fibers for use with erbium: YAG laser. *Journal of Endourology*, 20(7), 475-478.
149. Arslan, D., Guneser, M. B., Dincer, A. N., Kustarci, A., Er, K., and Siso, S. H. (2016). Comparison of smear layer removal ability of QMix with different activation techniques. *Journal of Endodontics*, 42(8), 1279-1285.
150. Saunders, E. M. (1990). In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. Part II. Histological response to temperature elevation on the external surface of the root. *International Endodontic Journal*, 23(5), 268-274.
151. Bramante, C. M., Fidelis, N. S., Assumpção, T. S., Bernardineli, N., Garcia, R. B., Bramante, A. S., and de Moraes, I. G. (2010). Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *Journal of Endodontics*, 36(11), 1870-1873.
152. Horan, B. B., Tordik, P. A., Imamura, G., and Goodell, G. G. (2008). Effect of dentin thickness on root surface temperature of teeth undergoing ultrasonic removal of posts. *Journal of Endodontics*, 34(4), 453-455.
153. Weller, R. N., Jurcak, J. J., Donley, D. L., and Kulild, J. C. (1991). A new model system for measuring intracanal temperatures. *Journal of Endodontics*, 17(10), 491-494.



EKLER

Ek-1. Etik Kurul Onayı

EVRAK TARİHİ ve Sayısı: 16.05.2022-E.3593/2



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Dış Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu**

Sayı : E-21071282-050.99-359372 16.05.2022
Konu : Prof. Dr. Özgür İlke ATASOY
ULUSOY

**Sayın Prof. Dr. Özgür İlke ATASOY ULUSOY
Endodonti Anabilim Dalı Başkanlığına**

Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna, etik açıdan değerlendirilmek üzere gönderilen "Farklı Irrigasyon Aktivasyon Yöntemlerinin Kök Dış Yüzeyinde Oluşturduğu Sıcaklık Artışının Değerlendirilmesi" konulu çalışma, Etik Kurulumuz tarafından incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.


Önemli Not: Sağlık Bakanlığına başvuruda bulunacak çalışmaların, Kurulumuz tarafından incelenmiş ve onaylanmış "Değerlendirilen Belgeler" kısmında belirtilmiş olan **Tarih ve Versiyon/Revizyon numaralarının ve "Karar Bilgileri"** kısmında belirtilmiş olan **karar numarasının** yazılması gerekmektedir. Aksi takdirde Sağlık Bakanlığına teslim edilen belgelerde Tarih ve Versiyon/Revizyon numaralarında uyumsuzluk yaşanmaktadır ve bu nedenle dosyalar reddedilmektedir. Bu konuya önem verilmesi bilgilerinize sunulur.

**Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ
Kurul Başkanı**


Ek: Klinik Araştırmalar Etik Kurul Karar Formu (3 Sayfa)/Elden Teslim Edilecektir.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ebys>

Belge Doğrulama Kodu :BSE0F6RFB3



Gazi Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Bişkek Cad. No:4 kat 1 Emek/Ankara Bilgi için N. Cihan Unay
Tel:0 (312) 203 40 00 Faks:0 (312) 223 92 26 Birim Evrak Sorumlusu
e-Posta :dntbilisim@gazi.edu.tr İnternet Adresi :http://dent.gazi.edu.tr Telefon No:(0312) 203 40 69



Ek-1. (devam) Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Prof. Dr. Özgür İlke ATASOY ULUSOY tarafından gönderilen "Farklı İrrigasyon Aktivasyon Yöntemlerinin Kök Dış Yüzeyinde Oluşturduğu Sıcaklık Artışının Değerlendirilmesi" konulu çalışmanın kabulüne.
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Gazi Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Bişkek Caddesi 82.Sokak No:4 E Blok Zemin Kat Çankaya ANKARA
	TELEFON	0312 203 40 69
	FAKS	0312 203 41 39
	E-POSTA	disetikkurul@gazi.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Özgür İlke ATASOY ULUSOY			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Endodonti Anabilim Dalı Başkanlığı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Gazi Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi			
	YARDIMCI ARAŞTIRMACILAR	Doç. Dr. Mustafa Zeki YILMAZOĞLU, Arş. Gör. Dt. Şerife Seray ATEŞ			
	VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 4	<input type="checkbox"/>		
		Gözlemsel ilaç çalışması	<input type="checkbox"/>		
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	<input type="checkbox"/>		
In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>			
İlaç dışı klinik araştırma	<input type="checkbox"/>				
Diğer ise belirtiniz: İlaç Dışı Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ
İmza:

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

Ek-1. (devam) Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Prof. Dr. Özgür İlke ATASOY ULUSOY tarafından gönderilen "Farklı İrrigasyon Aktivasyon Yöntemlerinin Kök Dış Yüzeyinde Oluşturduğu Sıcaklık Artışının Değerlendirilmesi" konulu çalışmanın kabulüne,
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	29.04.2022	Versiyon 1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	29.04.2022	Versiyon 1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU	29.04.2022	Versiyon 1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama				
	SIGORTA					
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>	29.04.2022 - Versiyon 1			
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>				
	ILAN	<input type="checkbox"/>				
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>				
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>				
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>				
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>				
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: GÜDHKAEK.2022.09/2	Tarih: 12.05.2022				
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekeceği, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.					

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
			E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ (Etik Kurul Başkanı)	Çocuk Diş Hekimliği	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Burcu BALOŞ TUNCER	Ortodonti	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Şebnem KAVAKLI	Fizyoloji	Ufuk Ü. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Örfan Mecit ULUDAĞ	Farmakoloji	Gazi Ü. Eczacılık Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Ferhan EĞİLMEZ (Bildirimlerden sorumlu olan üye)	Protetik Diş Tedavisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Mine Betül ÜÇTAŞLI	Restoratif Diş Tedavisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof. Dr. İlkay PEKER	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Burcu ÖZDEMİR (Etik kurul başkan yardımcısı)	Periodontoloji	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ
İmza:

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

Ek-1. (devam) Etik Kurul Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Prof. Dr. Özgür İke ATASOY ULUSOY tarafından gönderilen "Farklı İrrigasyon Aktivasyon Yöntemlerinin Kök Dış Yüzeyinde Oluşturduğu Sıcaklık Artışının Değerlendirilmesi" konulu çalışmanın kabulüne,						
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU								
Doç. Dr. Benay YILDIRIM	Oral Patoloji	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Doç. Dr. Müğem Aslı EKİCİ	Endodonti	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Dr. Öğr. Üyesi Hakan TUZÜN	Halk Sağlığı	Gazi Ü. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>
Av. Efe AYAZ	Avukat	Serbest Avukat	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
İlker YAVUZ	Fotoğraf Eğitmeni	-	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ
İmza:

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

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ATEŞ, Şerife Seray
Uyruğu : T.C.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Uzmanlık	Gazi Üniversitesi/Endodonti Ana Bilim Dalı	Devam ediyor
Lisans	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	2018
Lise	Fatma Emin Kutvar Anadolu Lisesi	2013

İş Deneyimi

2020-devam ediyor	Gazi Üniversitesi/Diş Hekimliği Fakültesi	Diş Hekimi
-------------------	---	------------

Yabancı Dil

İngilizce



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..