



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**ENFEKTE SÜT DİŞİ KÖK KANALINDA YER ALAN SEÇİLMİŞ
ODONTOPATOJENİK MİKROORGANİZMALARA KARŞI
OZONUN ETKİNLİĞİNİN *in vitro* ve *in vivo* KOŞULLARDA
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Efsun SONGÜR

**PEDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ**

2013-ANKARA

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENFEKTE SÜT DİŞİ KÖK KANALINDA YER ALAN SEÇİLMİŞ
ODONTOPATOJENİK MİKROORGANİZMALARA KARŞI
OZONUN ETKİNLİĞİNİN *in vitro* ve *in vivo* KOŞULLARDA
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Efsun SONGÜR

**PEDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ**

**Bu tez, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü tarafından
12B3334001 proje numarası ile desteklenmiştir.**

2013-ANKARA

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Pedodonti Doktora Programı

çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: / / 2013

Ünvanı, Adı ve Soyadı

Üniveriste

Jüri Başkanı

Ünvanı, Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Raportör

Ünvanı, Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Ünvanı, Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Ünvanı, Adı ve Soyadı

Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay Sayfası	ii
İçindekiler	iii
Önsöz	v
Simgeler ve Kısaltmalar	vi
Şekiller	viii
Çizelgeler	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Süt Dişlerinde Kök Kanal Anatomisi ve Histolojik Yapısı	2
1.1.1. Süt Dişlerinde Dentinin Kimyasal Yapısı	4
1.2. Süt Dişi Pulpa Hastalıkları	7
1.3. Süt Dişi Kök Kanal Tedavisi	8
1.4. Süt Dişlerinde Kök Kanal Enfeksiyonu ve Mikrobiyolojisi	10
1.4.1. Kök Kanalında Yer Alan Mikroorganizmaların Lokalizasyonu	14
1.4.2. Kök Kanalında Yer Alan Mikroorganizmaların Dentin Tübüllerine Penetrasyonunu Etkileyen Faktörler	16
1.4.3. Kök Kanalında Yer Alan Mikroorganizmalar Arasındaki Etkileşim	17
1.5. Enterokoklar	18
1.5.1. <i>Enterococcus faecalis</i> (<i>E. faecalis</i>)	19
1.5.2. Endodontik Enfeksiyonlarda <i>E. faecalis</i>	19
1.6. Mantarlar	20
1.6.1. <i>Candida albicans</i> (<i>C. albicans</i>)	21
1.6.2. Endodontik Enfeksiyonlarda <i>C. albicans</i>	22
1.7. <i>E. faecalis</i> ve <i>C. albicans</i> 'ın Enfekte Kök Kanallarındaki Lokalizasyonu	22
1.8. Kök Kanallarının Biyomekanik Preparasyonu ve İrrigasyonu	23
1.8.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)	27
1.9. Ozon	30
1.9.1. OzonyTronX	33
1.10. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizi	35
1.11. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar	36
1.11.1. Kök Kanallarının İrrigasyonunda Sodyum Hipoklorit Solüsyonunun Kullanıldığı Çalışmalar	36
1.11.2. Kök Kanallarının Dezenfeksiyonunda Ozonun Kullanıldığı Çalışmalar	39
2. GEREÇ VE YÖNTEM	44
2.1. Etik Kurul Onayı	44
2.2. Araştırmanın <i>in vitro</i> Bölümü	45
2.2.1. Kültür Yöntemi ile Değerlendirme	46
2.2.1.1. Çalışmada Kullanılan Dişlerin Hazırlanması	46
2.2.1.2. Kök Kanallarının <i>E. faecalis</i> ve <i>C. albicans</i> ile Enfekte Edilmesi	47
2.2.1.3. Çalışma Grupları	49

2.2.1.4. Kök Kanallarından Alınan Örneklerin Kültür Yöntemi ile Değerlendirilmesi	52
2.2.2. SEM Analizi ile Yapılan Değerlendirme	52
2.2.2.1. Örneklerin SEM Analizi İçin Hazırlanması	54
2.3. Araştırmanın <i>in vivo</i> Bölümü	54
2.3.1. Hasta Seçim Kriterleri	55
2.3.2. Klinik İşlemler	56
2.3.3. Çalışma Grupları	58
2.3.4. Kök Kanallarından Alınan Örneklerin Kültür Yöntemi ile Değerlendirilmesi	64
2.4. İstatistiksel Analiz	65
3. BULGULAR	66
3.1. Araştırmanın <i>in vitro</i> Bölümünden Elde Edilen Mikrobiyolojik Bulgular	67
3.1.1. Kültür Yöntemi ile Elde Edilen Bulgular	67
3.1.2. SEM Analizi ile Elde Edilen Bulgular	72
3.2. Araştırmanın <i>in vivo</i> Bölümünden Elde Edilen Mikrobiyolojik Bulgular	75
3.3. Araştırmanın <i>in vitro</i> ve <i>in vivo</i> Bölümünden Elde Edilen Mikrobiyolojik Bulguların Karşılaştırılması	81
4. TARTIŞMA	83
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	116
ÖZET	118
SUMMARY	120
KAYNAKLAR	122
EKLER	137
Ek-1	137
Ek-2	138
Ek-3	139
Ek-4	140
ÖZGEÇMİŞ	141

ÖNSÖZ

Diş hekimliğinde kullanımı son dönemde gündeme gelen ozon gazının, süt dişi kök kanal dezenfeksiyonundaki etkinliğini değerlendirdiğimiz, ‘Enfekte Süt Dişi Kök Kanallarda Bulunan Seçilmiş Odontopatojenik Mikroorganizmalara Karşı Ozonun Etkinliğinin *in vitro* ve *in vivo* Koşullarda Değerlendirilmesi’ başlıklı tez çalışmamın her aşamasında büyük emek ve fedakarlıkla bana yardımcı olan, yol gösteren, bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyerek hem doktora hayatım hem de özel hayatımda tüm anlayış ve hoşgörüsüyle desteğini hissettiğim ve her zaman da hissedeceğimi bildiğim, üzerimde büyük emeği olan ve en önemlisi yanında eğitim almaktan gurur duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ’e

Tez çalışmamın mikrobiyolojik değerlendirme kısmını gerçekleştirmemde desteğini ve yardımlarını esirgemeyen Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri’nden değerli hocam Doç. Dr. Berrin ÖZÇELİK’e

Tez çalışmam süresince, önerileri ve yardımları ile bana destek olan tez izleme komitesindeki değerli hocalarım Prof. Dr. Nurhan ÖZTAŞ ve Prof. Dr. Şaziye SARI’ya

Doktora eğitimim süresince değerli bilimsel ve mesleki tecrübelerinden yararlandığım ve yanlarında eğitim almaktan gurur duyduğum Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri’ne,

Her türlü yardım ve destekleri ile her zaman yanımda olan çok sevdiğim dostlarım Dr. Dt. Merve AKÇAY, Dr. Dt. Nezate DADAKOĞLU, Dr. Dt. Bengisu GERGİN, Dr. Dt. Tuğba BEZGİN, Dt. Burcu Nihan ÇELİK ve Dt. Ali Emre ZEREN başta olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma,

Doktora eğitimim süresince burs vererek gerekli tüm maddi desteği sağlayan TÜBİTAK’a,

Her zaman yanımda olan ve her türlü desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen canım aileme, tanıdığım günden itibaren hayatımı kolaylaştıran ve beni her zaman herşeyin güzel olacağına inandıran biricik eşim Dr. Dt. Timur SONGÜR’e tüm kalbimle teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

<	Küçüktür
>	Büyüktür
ASA	American Society of Anesthesiologists
BHI	Brain Heart Infusion
<i>C. albicans</i>	<i>Candida albicans</i>
Ca(OH) ₂	Kalsiyum hidroksit
CFU	Koloni oluşturan birim (Colony forming unit)
CHX	Klorheksidin
CHX	Klorheksidin
dk	Dakika
<i>E. faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
gr	Gram
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
ISO	International Standardization of Organization
ml	Mililitre
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre
NaOCl	Sodyum hipoklorit
O ₂	Oksijen molekülü
O ₃	Ozon molekülü
PBS	Phosphate Buffered Saline
PÇK	Paslanmaz Çelik Kuron
pH	Power of hydrogen
ppm	Parts per million
RTF	Reduce Transport Fluid
s	Saniye
<i>S. mutans</i>	<i>Streptococcus mutans</i>

°C	Santigrat derece
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SLM	Sabouraud Liquid Medium
TSB	Triptik soy broth

ŞEKİLLER

Şekil 1.1.	OzonyTronX [®] cihazının prob uçları.	33
Şekil 2.1.	Steril serum fizyolojik solüsyonu.	47
Şekil 2.2.	Steril yatay hava akımı sağlayan ‘Steril Kabin’ cihazı.	48
Şekil 2.3.	Bek alevinde <i>E. faecalis</i> ve <i>C. albicans</i> kültür süspansiyonunun öze ile ekimi.	49
Şekil 2.4.	Sodyum hipoklorit solüsyonu.	50
Şekil 2.5. a)	Deneysel olarak enfekte edilen kök kanalının %2,5’lik sodyum hipoklorit ile irrigasyonu.	50
Şekil 2.5. b)	OzonytronX [®] cihazı ile ozon gazı uygulaması irrigasyonu.	50
Şekil 2.5. c)	Kök kanallarından steril kağıt konlar ile örnek alınması.	50
Şekil 2.5. d)	Steril kağıt konların RTF içeren taşıyıcı tüplere aktarılması.	50
Şekil 2.6.	OzonyTronX [®] cihazı.	51
Şekil 2.7.	SEM analizi yapılan diş örneklerinin hazırlanmasını gösteren şematik diyagram.	53
Şekil 2.8.	Alt çene süt azı dişleri için kök rezorbsiyon aşamaları.	55
Şekil 2.9.	Çalışmaya dahil edilen dişlerin kök kanal boyunun dijital görüntüleme tekniği ile hesaplanması.	56
Şekil 2.10. a)	Lastik örtü ile izolasyonun yapılması.	57
Şekil 2.10. b)	Kök kanal giriş kavitesinin açılması.	57
Şekil 2.11.	Kök kanallarından steril kağıt konlar ile alınan örneğin RTF içeren steril test tüpüne yerleştirilmesi.	58
Şekil 2.12. a)	Grup 1’e ait enfekte süt II. azı dişinin dijital görüntüleme tekniği ile tedavi öncesinde kök kanal boyunun belirlenmesi.	59
Şekil 2.12. b)	Grup 1’e ait bir olguda lastik örtü ile izolasyonun yapılması.	59
Şekil 2.12. c)	Grup 1’e ait bir olguda kök kanal giriş kavitesinin açılması.	59
Şekil 2.12. d)	Grup 1’e ait bir olguda %2,5’lik sodyum hipoklorit ile irrigasyonun yapılması.	59
Şekil 2.12. e)	Grup 1’e ait bir olguda kök kanalından mikrobiyolojik örneğin alınması.	59
Şekil 2.12. f)	Grup 1’e ait bir olguda PÇK ile daimi restorasyonun tamamlanması.	60

Şekil 2.12. g)	Grup 1'e ait bir olguda tedavi sonrası alınan periapikal radyografi.	60
Şekil 2.13. a)	Grup 2'ye ait bir olguda enfekte süt II. azı dişinin dijital görüntüleme tekniği ile tedavi öncesinde kök kanal boyunun belirlenmesi.	60
Şekil 2.13. b)	Grup 2'ye ait bir olguda lastik örtü ile izolasyonun yapılması.	61
Şekil 2.13. c)	Grup 2'ye ait bir olguda kök kök kanal giriş kavitesinin açılması.	61
Şekil 2.13. d)	Grup 2'ye ait bir olguda steril serum fizyolojik ile irrigasyonun yapılması.	61
Şekil 2.13. e)	Grup 2'ye ait bir olguda kök kanallarına ozon gazı uygulaması.	61
Şekil 2.13. f)	Grup 2'ye ait bir olguda kök kanalından mikrobiyolojik örneğin alınması.	61
Şekil 2.13. g)	Grup 2'ye ait bir olguda PÇK ile daimi restorasyonun tamamlanması.	62
Şekil 2.13. h)	Grup 2'ye ait bir olguda tedavi sonrası alınan periapikal radyografi.	62
Şekil 2.14. a)	Grup 3'e ait bir olguda enfekte süt II. azı dişinin dijital görüntüleme tekniği ile tedavi öncesinde kök kanal boyunun belirlenmesi.	62
Şekil 2.14. b)	Grup 3'e ait bir olguda lastik örtü ile izolasyonun yapılması.	63
Şekil 2.14. c)	Grup 3'e ait bir olguda kök kanal giriş kavitesinin açılması.	63
Şekil 2.14. d)	Grup 3'e ait bir olguda %2,5'lik sodyum hipoklorit ile irrigasyonun yapılması.	63
Şekil 2.14. e)	Grup 3'e ait bir olguda kök kanallarına ozon gazı uygulaması.	63
Şekil 2.14. f)	Grup 3'e ait bir olguda kök kanalından mikrobiyolojik örneğin alınması.	63
Şekil 2.14. g)	Grup 3'e ait bir olguda olguda PÇK ile daimi restorasyonun tamamlanması.	64
Şekil 2.14. h)	Grup 3'e ait bir olguda tedavi sonrası alınan periapikal radyografi.	64
Şekil 3.1.	Deneysel olarak enfekte edilen kök kanallarında irrigasyon ve dezenfeksiyondan sonra alınan II. mikrobiyolojik örnek ile izole edilen <i>E. faecalis</i> ve <i>C. albicans</i> miktarlarının gruplara göre dağılımı.	69
Şekil 3.2.	<i>E. faecalis</i> ve <i>C. albicans</i> miktarındaki azalma değerlerinin (%) gruplara göre dağılımı.	70
Şekil 3.3.	Deneysel olarak enfekte edilen süt dişi kök kanal duvarındaki <i>E. faecalis</i> (beyaz ok) ve <i>C. albicans</i> (kırmızı ok) kolonizasyonunun 5000X büyütmedeki görüntüsü.	72

Şekil 3.4.	Deneysel olarak enfekte edilen süt dişi kök kanal duvarındaki <i>E. faecalis</i> (beyaz ok) ve <i>C. albicans</i> (kırmızı ok) kolonizasyonunun 5000X büyütmedeki görüntüsü.	73
Şekil 3.5.	Deneysel olarak enfekte edilen süt dişi kök kanal duvarındaki <i>E. faecalis</i> (beyaz ok) ve <i>C. albicans</i> (kırmızı ok) kolonizasyonunun 10000X büyütmedeki görüntüsü.	73
Şekil 3.6.	Deneysel olarak enfekte edilen süt dişi kök kanal duvarındaki <i>E. faecalis</i> (beyaz ok) ve <i>C. albicans</i> (kırmızı ok) kolonizasyonunun 10000X büyütmedeki görüntüsü.	73
Şekil 3.7.	%2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu ile irrigasyon yapılan gruptan bir örneğe ait 3000X büyütmedeki SEM görüntüsü.	74
Şekil 3.8.	%2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu ve ozon gazının birlikte uygulandığı gruptan bir örneğe ait 3000X büyütmedeki SEM görüntüsü.	74
Şekil 3.9. a)	Ozon gazı uygulanan gruptan bir örneğe ait 3000X büyütmedeki SEM görüntüsünde tübül ağzında tek olarak izlenen, cinsi ve canlılığı tespit edilemeyen mikroorganizma varlığı (beyaz ok).	75
Şekil 3.9. b)	Ozon gazı uygulanan gruptan bir örneğe ait 10000X büyütmedeki SEM görüntüsünde tübül ağızlarında tek tek izlenebilen mikroorganizma varlığı (beyaz ok).	75
Şekil 3.10.	Enfekte kök kanallarından irrigasyon ve dezenfeksiyon öncesinde izole edilen <i>C. albicans</i> ve <i>E. faecalis</i> miktarlarının gruplara göre dağılımı.	77
Şekil 3.11.	Enfekte kök kanallarından irrigasyon ve dezenfeksiyon sonrası izole edilen <i>C. albicans</i> ve <i>E. faecalis</i> miktarlarının gruplara göre dağılımı.	78
Şekil 3.12.	Enfekte kök kanallarında bulunan <i>C. albicans</i> ve <i>E. faecalis</i> mikroorganizmalarında başlangıç miktarına göre irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemleri sonrası meydana gelen azalma değerlerinin (%) gruplara göre dağılımı.	81

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1.	Enfekte kök kanalından izole edilen mikroorganizma türleri.	13
Çizelge 1.2.	OzonyTronX prop uçları ve kullanım alanları.	34
Çizelge 1.3.	OzonyTronX cihazının kademeleri, konsantrasyonu, uygulama süresi ve uygulama alanları.	35
Çizelge 2.1.	Tez çalışmamızda kullanılan materyallerin marka, içerik ve üretici firmaları.	45
Çizelge 2.2.	Çalışma gruplarının oluşturulması.	46
Çizelge 3.1.	Deneysel olarak enfekte edilen dişlerden kontrol amacıyla alınan mikrobiyolojik örneklerle ait tanımlayıcı verilerin Log CFU cinsinden değerleri.	67
Çizelge 3.2.	Kök kanallarından irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemi sonrasında alınan mikrobiyolojik verilerin Log CFU cinsinden değerleri.	68
Çizelge 3.3.	Deneysel olarak enfekte edilen kök kanallarında irrigasyon ve dezenfeksiyon sonrası canlı kalan <i>C. albicans</i> ve <i>E. faecalis</i> miktarlarının (CFU/ml ⁻¹) gruplara göre dağılımı.	69
Çizelge 3.4.	İrrigasyon ve dezenfeksiyon sonrası <i>C. albicans</i> ve <i>E. faecalis</i> miktarındaki yüzdesel azalma değerlerinin gruplara göre dağılımı.	70
Çizelge 3.5.	Kök kanallarından irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemi öncesinde alınan mikrobiyolojik verilerin Log CFU cinsinden değerleri.	76
Çizelge 3.6.	Kök kanallarından irrigasyon ve dezenfeksiyon sonrasında alınan mikrobiyolojik verilerin Log CFU cinsinden değerleri.	76
Çizelge 3.7.	Enfekte kök kanallarından irrigasyondan önce ve irrigasyondan sonra izole edilen <i>C. albicans</i> ve <i>E. faecalis</i> değerlerinin (CFU/ml ⁻¹) grup içi dağılımı.	79
Çizelge 3.8.	Enfekte kök kanallarında irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemleri sonrası <i>C. albicans</i> ve <i>E. faecalis</i> miktarındaki yüzdesel azalma değerlerinin gruplara göre dağılımı.	79
Çizelge 3.9.	İrrigasyon ve dezenfeksiyon işlemlerinden sonra <i>C. albicans</i> ve <i>E. faecalis</i> mikroorganizmalarında görülen yüzdesel azalma değerlerinin <i>in vitro</i> ve <i>in vivo</i> koşullarda gruplara göre dağılımı (p<0,05).	82

1. GİRİŞ

Toplum ağız-diş sağlığı planlama ve uygulamaları tüm dünyada değişik yaklaşımlarla yapılmaktadır. Bu programların başarılı olabilmesi için, hastalıkların epidemiyolojisi ve risk faktörleri tanımlanarak, hastalıkları önleme hedeflerini tespit etmek gerekmektedir. Ağız ve diş sağlığının bozulmasına neden olan en önemli faktörlerden biri diş çürüğüdür. Günümüzde, diş çürüğünün önlenmesi amacı ile yapılan bütün koruyucu programlara rağmen, süt dişleri çürük ve enfeksiyona bağlı olarak kaybedilebilmektedir (Fuks, 2000; McDonald ve ark., 2000; Al-Negrish, 2002; Gökalp ve Doğan, 2006).

Süt dişlerinin anatomik olarak,oklüzal yüzeyinin geniş ve kontakt alanlarının düz olması, çürük görülme sıklığının artmasına neden olurken, histolojik olarak süt dişi mine ve dentin kalınlığının sürekli dişlerdekinin yarısı kadar olması, dentin kanallarının geniş olması ve pulpaya yaklaştıkça dentin geçirgenliğinin artması, çürüğün sürekli dişlere kıyasla, süt dişlerinde çok daha kolay ve kısa sürede ilerlemesine yol açarak, pulpa dokusunun etkilenmesine neden olmakta ve sıklıkla pulpa tedavilerinin uygulanmasını gerektirmektedir (McDonald ve ark., 2000; Ranly ve Garcia-Godoy, 2000; Al-Negrish, 2002; Carrote, 2005; Blanchard ve Boynton, 2010).

İlerlemiş çürüğe bağlı olarak, pulpanın geri dönüşümsüz olarak enfekte ya da nekrotize olduğu durumlarda, süt dişleri için tedavi seçenekleri, kök kanal tedavisi ya da diş çekimidir. Ancak, çocuk diş hekimliğinin en önemli görevlerinden birinin de süt dişlerinin fizyolojik düşme yaşına kadar sağlıklı ve fonksiyonel bir şekilde ağızda tutulmasını sağlamak olduğu bilinmektedir (Tagger ve Tagger, 1998; Whitworth ve Nunn, 2001; Dummet ve Kopel, 2002; Namal ve ark., 2009; Alaçam, 2012b). Nitekim, süt dişlerinin vaktinden önce kaybedilmesi; estetik ve çiğneme fonksiyonları kaybına, dilin dişsiz boşlukta konumlanarak kötü dil alışkanlıklarının oluşmasına ve alttan gelen sürekli dişin erken ya da ektopik sürmesine neden olabilmekle birlikte,konuşma ve psikolojik problemlerin de oluşmasına yol

açabilmektedir. Bu nedenle, kök pulpasında geri dönüşümsüz değişim olduğu tespit edilen süt dişleri için, doğru endikasyonların varlığında en uygun tedavi seçeneği, kök kanal tedavisidir (Belanger, 1988; Schröder ve ark., 1994; Weine, 1996; Fuks, 2000; Carrotte, 2005; Camp ve Fuks, 2006).

İnsan vücudunun birçok bölümünde, fırsatçı enfeksiyonların kontrolü sadece konak savunma sistemi tarafından sağlanabildiği gibi bazı durumlarda sistemik antibiyotik kullanımı, enfeksiyon kontrolüne yardımcı olabilmektedir. Endodontik enfeksiyonun yok edilmesi ise, vücudun diğer bölümlerinden farklı olarak gerçekleşmektedir. Diş ve kök kanalının farklı yapıdaki anatomisi ve fizyolojisi nedeni ile konak doku, enfeksiyonda rol alan mikroorganizmaları tam anlamıyla yok edememektedir. Bu nedenle başarılı bir kök kanal tedavisinin uygulanabilmesi için, süt dişlerine özgü kök kanal yapısının ve bu yapı içindeki çeşitliliklerin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. (Tagger ve Tagger, 1998; Haapasalo ve ark., 2005; Haapasalo ve ark., 2007).

1.1. Süt Dişlerinde Kök Kanal Anatomisi ve Histolojik Yapısı

Süt dişleri anatomik ve histolojik olarak sürekli dişlerden çeşitli farklılıklar göstermektedir (Finn, 1982; Çalışkan, 2006; Alaçam, 2012b).

Süt dişlerinde anatomik olarak;

- Mine-dentin kalınlığı sürekli dişlerdeki kalınlığın yarısına eşittir,
- Süt azı dişlerinin oklüzal fossasında pulpal duvar üzerindeki dentin kalınlığı daha azdır,
- Dentin tübüllerinin doğrultusu, kole bölgesinde düz iken, sürekli dişlerde daha kıvrımlıdır,
- Pulpa odasının anatomisi hem süt hem de sürekli dişlerde krun yüzeyinin formuna benzerken süt azı dişlerinde pulpa odası oran olarak daha geniştir (Finn, 1982; Çalışkan, 2006; Alaçam, 2012b).

Süt dişi kök kanal anatomisi, yaşam süreçleri boyunca devam eden dentin birikiminden etkilenmektedir. Bu birikim, kök kanallarının yapısal özelliklerinde sürekli bir değişime neden olarak, hem kanal sayısında hem de kanal boyutlarında çeşitliliğe neden olmaktadır. Bununla birlikte;

- Süt dişi kökleri, kuron boyutu ile karşılaştırıldığında sürekli dişlerden daha uzun, daha geniş açılıdır,
- Kök kanal ağızları oldukça geniş iken apikal bölüm ince kurvatürlü ve kurdela şeklindedir,
- Süt dişlerinin kanalları sürekli dişlerin kanallarından kendi boyutları içerisinde daha geniştir (Finn, 1982; Çalışkan, 2006; Alaçam, 2012a).
- Ayrıca, kökler içinde devam eden dentin birikimi sonucunda kanal duvarları arasındaki geçitler daralarak kök içinde bağımsız dentin adacıklarını oluşturmaktadır. Bu adacıkların zamanla birleşmesi ile birbirinden ayrı kanallar ve daha sonra da bu kanalları birbirine bağlayan kanalcıklar meydana gelmektedir. Bu değişimin sonucu olarak lateral ve apikal dallanmalar ile kanalları birbirine bağlayan yatay aksesuar kanallar oluşmaktadır (Orban, 1957; Goerig ve Camp, 1983; McDonald ve ark., 2000a; Dammaschke ve ark., 2004; Reddy ve Ramakrishna, 2007).
- Süt dişi kök kanal morfolojisinde karşılaşılan en önemli farklılıklardan biri de, pulpa odası tabanı ve kökler arası bölgede bulunan ve süt dişlerinde enfeksiyonun yayılım şeklini etkileyen aksesuar kanalların varlığıdır (Dammashke ve ark., 2004; Paras ve Kumar, 2009).

Bu konu ile ilgili, Sarı (1997), süt dişlerinin kök ve kanal morfolojisi ile kök rezorbsiyonunun endodontik uygulamalara etkisini *in vivo* ve *in vitro* koşullarda araştırdığı tez çalışmasında, süt azı dişi kök kanallarında önemli boyutlarda morfolojik sapma gözlemlendiğini bildirmiştir.

Sarı ve Aras (2002) ise, rezorbsiyon düzeyi 1/3 kök boyunu geçmemiş toplam 600 alt ve üst süt azı dişinin kök kanal anatomilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, kök kanal sisteminde en fazla morfolojik sapmanın alt süt ikinci azıların mesial kökünde

olduğunu bildirmekte ve bu morfolojik özelliklerin süt dişi kök kanal tedavilerinde dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta olduğunu vurgulamaktadır.

Süt Dişlerinde Histolojik olarak;

Dişin kuronal kısmında mine ve dentin tarafından, kök kısmında ise dentin ve sement tarafından çevrelenmiş kök kanalları içinde bulunan pulpa dokusu; hücreler, hücreler arası madde, lifler, kan damarları ve sinirlerden oluşan homojen, yumuşak bir bağ dokusudur. Diş için koruyucu, besleyici ve tamir edici fonksiyonlara sahip olan pulpa dokusu, dentin formasyonuna, savunmasına ve fizyolojik kök rezorpsiyonuna katkıda bulunmaktadır. Sağlıklı ve fizyolojik kök rezorbsiyonu başlamış süt dişlerinin pulpası histolojik olarak, sürekli diş pulpasına benzer yapıdadır. Ancak, fizyolojik kök rezorbsiyonu sırasında ortaya çıkan fizyolojik hiperemi nedeni ile süt dişi pulpasındaki odontoblastlar sürekli dişlerde olduğu gibi belirli ve düzenli sekonder dentin yapamazlar (Sahara ve ark., 1993; Tagger ve Tagger, 1998; Sarı ve ark., 1999; Whirthworth ve Nunn, 2001; Monteiro ve ark., 2009).

Dentin, dişin kuronal ve kök kısmında vital yapıda bulunan, doku içi ve dokular arası madde alışverişini sağlayacak donanıma sahip mineralize bağ dokusudur. Kök kanal sisteminin dış sınırlarını belirlemesi sebebiyle, tedavi sırasında uygulanan işlemler dentin dokusu ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle dentin dokusunun iyi tanınması, temizleme ve şekillendirme sırasında yapılan mekanik eyleme ve uygulanan irrigasyon solüsyonlarının dentin dokusu üzerinde ve dentin dokusunun da irrigasyon solüsyonları üzerinde yaptığı değişiklikleri anlamak açısından önemlidir (Tagger ve Tagger, 1998; Cohen ve Hargreaves, 2002; Hulsmann ve ark., 2003; Haapasalo ve ark., 2005; Haapasalo ve ark., 2007).

1.1.1. Süt Dişlerinde Dentinin Kimyasal Yapısı

Süt dişi dentin dokusu, mine tabakasında olduğu gibi prenatal ve postnatal olmak üzere iki tabakadan oluşmaktadır. Prenatal dentin daha yoğun ve homojen, postnatal

dentin ise, daha az kompakt ve daha poröz bir yapıdadır. Bu farklılıklar dışında kuronun diğer bölümleri ve kök yapısı açısından süt dişi dentininin, sürekli diş dentininden farkı yoktur (Tagger ve Tagger, 1998; Whirthworth ve Nunn, 2001).

Dişin sert dokuları içerisinde kemik dokuya benzerliği en yakın olanı dentin dokusudur. Ağırlığının %70'i inorganik bileşen, %20'si organik bileşen ve %10'u da sudur. Dentinin inorganik yapısı, çoğunluğu hidroksiapatit yapıda olmak üzere kalsiyum fosfat bileşeninden oluşmakta, eser miktarda da magnezyum, sodyum, klorid, potasyum, karbonat ve florid bulunmaktadır. Mine dokusunun inorganik yapısına göre, yapısında bulunan hidroksiapatit kristallerinin boyutu daha küçük, kalsiyum miktarı daha düşük, fosfat miktarı ise daha yüksektir. Bu durum dentin dokusunun yüksek çözünübilirlik ve iyonik değişim potansiyeline sahip olmasına neden olmaktadır (LeGeros, 1991; Jenkins G, 1978 in: Haapasalo ve ark., 2007).

Dentin dokusunun, protein ve proteoglikanlardan meydana gelen organik matriksi, dokunun omurgasını oluşturmaktadır. Organik matrikste fibriler yapıyı oluşturan kollajen, en önemli proteinlerden biridir. Dentinin organik yapısı Tip III ve V kollajeni de içermesine rağmen, esas olarak Tip I kollajenden zengin bir dokudur (Haapasalo ve ark., 2007).

İnsan dentini, deri ya da kemikteki Tip I kollajene göre daha fazla moleküler arası/molekül içi çapraz bağ içermektedir. Çapraz bağlar, dentin kollajen fiberlerin yapısal bütünlüğünün ve dayanımının artmasını sağlamakta ve aynı zamanda diğer dokulardaki kollajene kıyasla, dentinin asit gibi solüsyonlar karşısında çözünürlüğünü azaltmasına katkıda bulunmaktadır. Asit ile karşılaşan dentinin, mineral yapısı ortamdan uzaklaşırken kollajen yapının bütünlüğünü koruduğu görülmektedir (Gage ve ark., 1989; Haapasalo ve ark., 2007).

Dentin dokusunda yer alan, pulpa-dentin sınırından başlayan ve mine-dentin sınırında sonlanan S-biçimindeki tünel şeklindeki yapılara dentin tübülleri adı verilmektedir. Ekstraselüler sıvı benzeri bir sıvı içeren ve mikrotübüller vasıtasıyla komşu tübüllerle bağlantılı olan dentin tübüllerinin, sayısının ve çapının artması

geçirgenliğinin artmasına neden olmaktadır. Dentinin tübüler yapıda olmasına ilaveten tübüllerin geçirgen özellikte olması, bakteri, bakteri ürünleri ve dış kaynaklı irritanların tübüler yapı boyunca ilerleyerek pulpada hasar meydana gelmesine neden olduğu için dentin dokusu tam bir bariyer görevi görememektedir (Bergenholtz, 1990; Marshall, 1993; Torabinejad ve ark., 2003).

Dentin yapısında bilinmesi gereken bir diğer önemli nokta da, dokunun sahip olduğu tamponlama kapasitesidir. Kemik dokudaki apatit yapının karbonat deposu olduğu ve asit-baz reaksiyonlarına karşı tamponlayıcı etki göstererek, kemik dokuyu bu reaksiyonlardan koruyabildiği uzun zamandır bilinmektedir. Dentin ve kemik dokunun sahip olduğu kimyasal yapının bu benzerliği, asit-baz reaksiyonları karşısında dentinin tamponlayıcı etkisini büyük oranda açıklamaktadır (Haapasalo ve ark., 2000; Portenier ve ark., 2001; Haapasalo ve ark., 2007). Bu durum, kök kanal tedavisinde, kanalların dezenfeksiyonunda kullanılan ajanların etkinliği üzerinde açıkça görülmektedir. Dentin dokusu, bu ajanların etkinliği üzerinde inhibitör bir etkiye sahiptir. Bu mekanizmada inorganik komponentin ana bileşeni olan hidroksiapatit yapı ve organik yapıya ilaveten, apikal kök kanalından giren ve albümin gibi proteinden zengin bir sıvı olan enflamatuar eksudanın da rolü olduğu gösterilmekle birlikte, bu yapıların, kök kanal dezenfektanlarının inaktivasyonundaki etki mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Bu durum, kullanılacak dezenfektan/dezenfektanların ve kullanım şekillerinin (kombine/tek kullanım) belirlenmesinde, kök kanal ortamının bu etkisinin göz önünde bulundurulmasının faydalı olacağını işaret etmektedir (Haapasalo ve ark., 2007; Morgenthal ve ark., 2013).

Süt dişlerinin bahsedilen anatomik ve histolojik özelliklerine ilaveten, ilerlemiş çürüğün pulpada meydana getirdiği enflamatuar reaksiyonların ve enfekte süt dişi kök kanallarında yer alan mikrobiyal floranın bilinmesi, uygulanacak tedavinin planlaması ve tedavide kullanılacak en ideal ajan(lar) seçiminde etkili olmaktadır (Marsh ve Largent, 1967; Brook ve ark., 1981; Sato ve ark., 1993; McDonald ve ark., 2000; Önçağ ve ark., 2003; Pazelli ve ark., 2003; Silva ve ark., 2006; Ruvieri ve ark., 2007; Ito ve ark., 2011; Gondim ve ark., 2012).

1.2. Süt Dişı Pulpa Hastalıkları

Pulpada hasar oluşumunun en yaygın sebebi diş çürükleridir ve ilerlemiş çürük lezyonu, pulpada çeşitli enflamatuvar reaksiyonların meydana gelmesine neden olmaktadır (Björndal ve ark., 2000; McDonald ve ark., 2000; Kidd ve ark., 2003; Rodd ve Boissonade, 2006).

Mineden dentine doğru ilerleyen diş çürüğü, dentin tübülleri içerisinde ve tübüller arasında; mineral birikimi, sklerotik dentin ve reaksiyoner tamir dentini yapımına yol açmaktadır. Fakat, çürüğün ilerleme hızı, tamir dentini yapımından daha hızlı ise, çürükle temasta olan pulpa dokusu genellikle mikroorganizmalar ile kontamine olmaktadır. Bu durumda, pulpada kan damarları genişleyerek özellikle çürük dokunun içerdiği dentin tübüllerine komşu alanda bulunan pulpa dokusunda, enflamatuvar hücrelerin belirgin hale geçtiği görülmektedir. Bu aşamada, çürük lezyonuna komşu alanda henüz sınırlı bir iltihap varlığı söz konusu iken, kalan pulpa dokusu sağlıklı yapısını koruyabilmektedir (Fuks, 2000). Ancak, çürük lezyonu tedavi edilmez ise, pulpa ekspozu meydana gelebilmekte ve ekspoz olan alanın genişlemesi pulpada kısmen/tamamen nekroza sebep olabilmektedir (Tagger ve Tagger, 1998; McDonald ve ark., 2000; Fuks, 2005; Ito ve ark., 2011).

Pulpa nekrozu, pulpanın akut ya da kronik enfeksiyonu veya travmatik bir yaralanma ile dolaşımın aniden kesilmesi sonucunda oluşmaktadır (Niom, 1988; Sukuwat ve Srisuwan, 2002; Alaçam, 2012b).

Pulpa nekrozunda, kök kanal sisteminin kan desteğinin kesilmesi, konak savunma hücrelerinin irritasyon kaynağına ulaşamamasına neden olmaktadır. Ayrıca apikal açıklıktan kök kanal sistemine sızan iltihabi eksuda ve doku sıvısı ile birlikte çürük, çatlak veya açılan restorasyon marjinleri gibi yollardan kök kanal sistemine girebilen tükürük ve besin maddelerinin de, kök kanalında yer alan bakteriler için ideal besin oluşturması, konak dokunun enfeksiyonu yok edememesinde etkili olmaktadır. Böylece tedavi edilemeyen enfekte kök kanal sistemi ve konak savunması arasındaki etkileşimin direkt sonucu, akut iltihabi cevap olarak başlayan ve hastalık süresince

kendiliğinden değişen periapikal enfeksiyon meydana gelmektedir (Sundqvist, 1992a-b; Sundqvist, 1994).

Periapikal enfeksiyon, sürekli dişlerde, nekrotik doku artıkları ve bakterilerin apikal bölgeden çıkması sonucu bu bölgede görülmekte iken, süt dişlerinde dentin kalınlığının daha az, dentin tübüllerinin daha düzensiz olması ve süt dişlerinde pulpa odası tabanında bulunan aksesuar kanalların varlığı nedeniyle, enfeksiyona bağlı kemik yıkımının, apikal bölgeye kıyasla daha çok kökler arası bölgede görülmesine yol açmaktadır (Bender ve Seltzer, 1972; Rifkin, 1980; Ringelstein ve ark., 1989; Lopes-Silva ve ark., 2003; Dammaschke ve ark., 2004; Poornima ve Reddy, 2008; Guglielmi ve ark., 2009; Kumar, 2010).

Süt dişlerinde pulpada hasar oluşturan bu durumlarda (ilerlemiş çürük lezyonu, travma) uygulanan çeşitli pulpa tedavileri tanımlanmıştır ve bu pulpa tedavileri başlıca iki grup altında toplanmaktadır;

1. Konservatif tedavi: Bu tedavilerin amaçları pulpanın vitalitesini korumasına yardımcı olmaktır. Bu doğrultuda uygulanan tedaviler; indirekt, direkt pulpa kapaklaması ve pulpa amputasyonudur.
2. Radikal Tedavi: Geri dönüşümsüz ve enfekte pulpa varlığında uygulanan kanal tedavisidir (Fuks, 2000; Ranly ve Garcia-Godoy, 2000; AAPD, 2012).

1.3. Süt Dişi Kök Kanal Tedavisi

İlerlemiş çürük nedeni ile süt dişlerinin vaktinden önce kaybedilmesinin çocuk hastalarda yol açtığı problemler nedeniyle fizyolojik düşme yaşına kadar sağlıklı ve fonksiyonel bir şekilde ağızda tutulması, çocuk diş hekimliğinin en önemli görevlerinden biridir. Bu nedenle, süt dişlerinde, pulpa dokusunun çürük ya da travma nedeniyle geri dönüşümsüz olarak enfekte ya da nekrotize olduğu durumlarda, kök kanal tedavisi uygulaması tavsiye edilmektedir (McDonald ve ark., 2000; Reddy ve Ramakrishna, 2007; AAPD, 2012).

Kök kanal tedavisi, enfekte ya da nekrotize olan pulpa dokusunun çıkartılmasını takiben, kök kanallarının mekanik olarak genişletilip, mikroorganizmalar ve toksinlerinden arındırılarak, radyografik apeksten 1-2 mm kısa olacak şekilde hermetik olarak doldurulması işlemidir (Ingle ve ark., 1994; Camps ve Pertot, 1995; Camp ve Fuks, 2006; Canoğlu ve ark., 2006).

Kök kanal tedavisinin amacı, pulpa ve periapikal lezyonların oluşumundan esas sorumlu olan mikroorganizmalar ve ürünlerinin kanal tedavisi süresince yapılan işlemler ile yok edilmelerini/azaltılmalarını sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda, süt dişlerinde başarılı bir kök kanal tedavisi yapılabilmesi için göz önünde bulundurulması gereken bazı hususlar vardır (Fuks, 2000; McDonald ve ark., 2000; Canoğlu ve ark., 2006; Camp ve Fuks, 2006; Bawazir ve Salama, 2007; Coser ve ark., 2008; da Costa ve ark., 2008; Mendoza ve ark., 2010; Nakornchai ve ark., 2010; Ramar ve Mungara, 2010).

Bu hususlar;

- Tedavi öncesinde süt dişlerinin kuron ve kök anatomisi hakkında bilgi sahibi olunmalıdır.
- Kanalların genişletilmesinde minimum 30-35, maksimum 40-45 nolu eğeler kullanılmalıdır. Süt dişlerinde kök kanallarının bukko-lingual yönde geniş ve orta bölümde dar (kum saati) olması sebebi ile preparasyon, perforasyon riski göz önünde bulundurularak dikkatli bir şekilde yapılmalıdır (McDonald ve ark., 2000).
- Süt dişi kök kanal tedavisinde çalışma boyu ile ilgili çeşitli görüşler mevcut olmakla birlikte, altta yer alan sürekli diş jerminin varlığı nedeni ile kanal boyu, radyografik apeksten 1-2 mm kısa olacak şekilde tespit edilmeli ve taşkın preparasyondan kaçınılmalıdır (Fuks, 2000; Camp ve Fuks, 2006; Canoğlu ve ark., 2006; Bawazir ve Salama, 2007; Coser ve ark., 2008; da Costa ve ark., 2008; Mendoza ve ark., 2010; Nakornchai ve ark., 2010; Ramar ve Mungara, 2010).
- Süt dişlerinde, kök kanallarının aşırı düzensiz yapıda olması, yan kanal ve dallanmaların çok sayıda olması nedeniyle tek başına yapılan mekanik

preparasyonun yetersiz kalacağı unutulmamalıdır. Bu durum ise, süt dişlerinde irrigasyonun ayrı bir önemi olduğunu göstermektedir. Bu nedenle kanal dolgusundan önce, biyomekanik genişletme ile birlikte kullanılan irrigasyon solüsyonları, kanal aletlerinin ulaşamadığı yan kanallara ulaşarak, bu bölgelere yerleşen bakterilerin yok edilmesinde etkili olmaktadır (Kennedy ve Kapala, 1985; Dammaschke ve ark., 2004).

- Kök kanal tedavisinde yeterli dezenfeksiyonun sağlanmasından sonra, kök kanalları süt dişleri için uygun olan bir pat ile hermetik bir şekilde tıkanmalıdır. Süt dişi kök kanal tedavisinde kullanılan bu kanal patları; periapikal doku ve sürekli diş jermine zarar vermemeli, apikale taşıtığında süratle rezorbe olabilmeli, antiseptik, kanal duvarlarına iyi uyumlu, radyopak, kolay uygulanabilir ve kolaylıkla uzaklaştırılabilmesine ilaveten, süt dişi kök rezorbsiyonuna uyumlu olarak rezorbe olmalıdır (Fuks, 2000; Camp ve Fuks, 2006; Canoğlu ve ark., 2006).

Başarılı bir kök kanal tedavisi sonrasında süt dişleri; ağrı ve enfeksiyon olmadan yerini koruyabilmeli, kökler arası ve periapikal bölgedeki enfeksiyonların radyografik bulguları kaybolmalıdır. Ayrıca tedavi edilen süt dişinin fizyolojik rezorpsiyonu normal olarak devam etmeli ve altında yer alan sürekli dişin oluşumu ve sürmesi etkilenmemelidir (Backman ve ark., 1992; Gülhan, 1994). Ancak, süt dişi kök kanal tedavilerinde; hatalı endikasyon konulması, kök kanallarının biyomekanik preparasyonunun yeterince yapılamaması, *enfeksiyonda rol oynayan mikroorganizmaların yok edilememesi/azaltılamaması* ve hasta ile kooperasyonda yaşanan problemler, yapılan kök kanal tedavisinin başarısızlığına neden olmaktadır (Backman ve ark., 1992; Gülhan, 1994; Önçağ ve ark., 2003; Pazelli ve ark., 2003; Ruvieri ve ark., 2007).

1.4. Süt Dişlerinde Kök Kanal Enfeksiyonu ve Mikrobiyolojisi

Pulpada hasar oluşumunun en yaygın sebebi diş çürükleri iken, uyarının genellikle bakteri olduğu bilinmektedir. Bakteriler, tükürük ve besin maddeleri; çürükler,

çatlaklar ya da açılan restorasyon kenarları gibi yollardan kök kanal sistemine girebilmektedir. Yeterli besin desteğinin varlığında kök kanal sistemine yerleşen bu bakteriler, normal hücre üreme mekanizması ile sayılarını yavaş yavaş arttırarak enfeksiyon oluşturmaktadır. Bakterinin kök kanal sisteminin içinde bulunmasının yanı sıra, ekzotoksin ve lipopolisakkarit gibi ürünlerinin varlığı da, kök kanalı ve periapikal bölgede irritasyona neden olmaktadır (Nair, 1997; Nair, 2006).

Endodontik tedavinin başarısının bağlı olduğu faktörler arasında en önemli olanı, bakteriyel enfeksiyonun azaltılması/tamamen yok edilmesidir. Fakat bu durum için, öncelikle, kök kanal enfeksiyonlarında rol alan mikroorganizmaların tanımlanması ve enfeksiyon oluşturabilme potansiyellerinin (patojenite ve virülans) bilinmesi gerekmektedir (Marsh ve Largent, 1967). *Patojenite*, bir mikroorganizmanın hastalık oluşturabilme kapasitesi iken, *virülans*, mikroorganizmanın patojenitesinin derecesini ifade etmektedir. Virülans faktörlerin toplamı endodontik mikrofloranın patojenitesini belirleyebilmektedir (Siqueira, 2008).

Ağız boşluğu ve kök kanalları mikroorganizmalar bakımından çok zengin bir ortama sahiptir. Ağız florasında, tek isteği yeterli besin desteğinin bulunduğu ideal ekolojik şartları oluşturabilmek olan, yaklaşık 700'den fazla sayıda tür ve 10^{10} kadar mikroorganizma yaşamasına rağmen, sadece birkaç tanesinin patojenik türde ve genellikle düşük virülans faktörlere sahip olduğu bilinmektedir (Backman ve ark., 1992; Ziadell, 1994; Coleman ve ark., 1996; Paster ve ark., 2001; Aas ve ark., 2005; Siqueira, 2008).

Ağız boşluğunda yer alan bütün mikroorganizmalar kök kanallarını işgal edebilmek için eşit şartlara sahip iken sadece sınırlı bir grup mikroorganizma, enfekte kök kanallarında tanımlanabilmektedir. Ağız florasında mevcut bulunan mikroorganizma sayısı ile kök kanallarını işgal edebilme potansiyeline sahip mikroorganizma sayısı arasında orantısız olan bu orantı, eşsiz bir enfeksiyon sahası olan kök kanalı tarafından belirlenmektedir (Sundqvist, 1994; Sundqvist ve Figdor, 2003).

1970’li yıllardan önce yapılan çalışmalarda, kültür metotlarındaki yetersizlik nedeni ile enfekte kök kanallarından daha çok streptokok ve az miktarda da anaerobik bakteri izole edilebildiği gösterilmiştir. Son yıllarda mikrobiyolojide anaerobik kültür ve moleküler tekniklerin gelişmesi ile yapılan çalışmalarda, kök kanal enfeksiyonlarının, zorunlu ve fakültatif anaerobik bakterilerin baskın olduğu, polimikrobiyal yapıda enfeksiyonlar olduğu bildirilmektedir (Çizelge 1.1) (Camp ve ark., 2002; Siqueira, 2002; Ruvieri ve ark., 2007; Coğulu ve ark., 2008; Ito ve ark., 2011; Gondim ve ark., 2012).

Süt dişi kök kanal mikrobiyolojisi ile ilgili az sayıda çalışma bulunmakla birlikte Marsh ve Largent (1967), periapikal lezyonlu süt dişi enfeksiyonlarında, alfa hemolitik streptokokların baskın mikroorganizmalar olduğunu belirtmekte iken, bazı çalışmalarda da *Streptococcus salivarius*’un baskın mikroorganizma türü olduğu bildirilmektedir (Cohen ve ark., 1960; Tomic-Karovic ve Jelinek, 1971). Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda ise, anaerobik mikroorganizmaların baskın olarak bulunduğu ve süt dişi kanal tedavilerinin başarısızlığına sebep olduğu bildirilmiştir (Toyoshima ve ark., 1988; Sato ve ark., 1993). Bu bilgilere paralel olacak şekilde, Pazelli ve ark. (2003) ise, nekrotik pulpalı ve periapikal lezyonlu süt dişi kök kanallarında anaerobik mikroorganizmaların ve streptokokların baskın olarak bulunduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte iklim, yeme alışkanlıkları, içme suyunun özellikleri, fizyolojik stres ve rutin diş hekimi kontrollerinin yapıp yapılmadığına bağlı olarak da, ağız ve kök kanal florasının farklı olabileceği bir çok çalışmada açıklanmıştır (Schenkein ve ark., 1993; Sirinian ve ark., 2002; Baumgartner ve ark., 2004; Siqueira ve ark., 2005).

Bu bilgiler günümüzde de geçerliliğini korumakla birlikte, nekrotik pulpalı ve periapikal lezyonlu süt dişi kök kanalı, enfekte sürekli diş kök kanal florası ile benzer olarak, anaerobik mikroorganizmaların baskın olduğu, enfeksiyonun tipine ve zamanına bağlı olarak farklılık gösteren polimikrobiyal bir yapıdadır (Sundqvist ve ark., 1998; Silva ve ark., 2006; Ruvieri ve ark., 2007; Ito ve ark., 2011; Gondim ve ark., 2012).

Enfekte kök kanalında yer alan bakteri tür sayısı genellikle 12'den fazla olabilmekle birlikte, bakteri hücrelerinin sayısı ise her bir örnekte, 10^2 - 10^8 arasında değişmektedir (Sundqvist ve Figdor, 2003). Kök kanal enfeksiyonun başlangıç fazında genellikle düşük olan mikroorganizma tür ve sayısı, periapikal lezyonun büyüklüğü ile uyum göstermektedir. Uzun süreli ve geniş periapikal lezyona sahip enfekte kök kanalları, küçük periapikal lezyonlu kök kanallarına göre daha fazla tür ve sayıda bakteri barındırmaktadır (Sundqvist, 1992a; Peters ve ark., 2002; Sundqvist ve Figdor, 2003).

Enfekte kök kanallarından en çok izole edilen bakteri türleri Çizelge 1.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 1.1. Enfekte kök kanalından izole edilen mikroorganizma türleri.

Gram (+) Kok	Gram (-) Kok	Gram (+) Çubuk	Gram (-) Çubuk
Fakültatif anaerobik bakteri			
<i>Enterococcus</i>	Neisseria	Propionibacteria	Actinobacillus
Streptococcus		Lactobacillus	Haemophilus
Staphylococcus		Actinomyces	Eikenella
Micrococcus		Bacillus	Capnocytophag.
Gemella		Cornebacterium	Enterobacter
			Klebsiella
			Escheria
			Citrobacter
			Pseudomonas
			Proteus
			Xantomonas
Anaerobik Bakteri			
Peptostreptococco	Veillonella	Prevotella	Eubacterium
		Porphyromonas	Bifidobacterium
		Bacteriodes	Clostridium
		Fusobacterium	Propionibacterium
		Campylobacter	Lactobacillus
		Selenomonas	Actinomyces
		Treponema	
		Wolinella	
Diğer			
<i>Candida albicans</i>			

1.4.1. Kök Kanalında Yer Alan Mikroorganizmaların Lokalizasyonu

Mine ve sement dokusu sağlam olduğu süre boyunca, pulpa ve kök kanallarını bakteri istilasından korumaktadır. Fakat bu yapıların çürük, çatlak ya da travma nedeni ile açılması bakterilerin dentin tübüllerine penetre olabilmesi için ideal koşulları oluşturmaktadır. Buna rağmen, konak dokuya hasar verebilen (endodontik patojen) mikroorganizmalar için hayat, aslında sanıldığı kadar kolay değildir. Kök kanallarına yerleşmek isteyen mikroorganizmalar, ağız boşluğunun harab olmuş mine dokusu, istila edilmiş dentin tübülleri gibi besinden zengin olan çeşitli bölümlerini geride bırakarak ve pulpa dokusunun immün cevabına karşı gelerek, kök kanalındaki artık nekrotik dokulara yerleşmektedir. Bu süre zarfında mikroorganizmalar sınırlı bir boşlukta yeterli besini elde edebilmek için birbirleri ile yarış halindedir (Haapasalo ve Orstavik, 1987; Casadevall ve Pirofski, 1999; Sundqvist ve Figdor, 2003).

Kök kanal sisteminde yer alan mikroorganizmaların yer ve besin savaşında daha avantajlı hale gelmesini sağlayan dentin kolonizasyonu, kök kanal enfeksiyonunda önemli bir aşamadır. Dentin tübüllerine olan penetrasyon, mikroorganizmaları kanal tedavisi sırasında yapılan işlemlerden koruyarak inatçı enfeksiyonların meydana gelmesinde önemli bir basamaktır (Haapasalo ve Orstavik, 1987; Orstavik ve Haapasalo, 1990; Sundqvist ve Figdor, 2003; Love 2004).

Enfekte dentin tübülünün içerdiği mikroorganizma sayısı diştten dişe değişebildiği gibi, aynı dişin farklı bölümlerinde de farklılık gösterebilmekte ve farklı derinliklerde olabilmektedir. Periapikal lezyonlu dişlerde mikroorganizmaların büyük çoğunluğu ana kök kanal/kanallarını işgal etmekte iken, daha az bir kısmı da dentinde tübüller ve lateral kanallara yerleşmektedir (Ando ve Hoshino, 1990; Peters ve ark., 2001; Sundqvist ve Figdor, 2003).

Bakterinin dentin tübüllerine penetrasyonu daha çok kökün koronal ve orta üçlüsünde görülmektedir (Love, 1996b). Periapikal lezyonlu dişlerde de, dentin tübüllerindeki bakteri istilasının kökün apikal üçlüsünde görülme sıklığı, koronal

üçlüye göre daha düşük seviyede olduğu gösterilmektedir (Love, 1996b; Matsuo ve ark., 2003). Kökün apikal üçlüsünde yer alan dentinin geçirgenliğinin az ve sklerotik yapıda olması, bakteri istilasının bu bölgede daha az olmasını açıklayabilmektedir (Linden, 1968). Buna ilaveten kökün, koronal ve orta kısmında yer alan dentin tübüllerinin sayılarının ortalama değerleri benzer iken, apikal dentinde bu değer önemli derecede daha azdır. Ayrıca bu durum endodontik tedavide kök kanalının apikal bölümünün dezenfeksiyonunun önemli ve zor bir aşama olduğunu da göstermektedir (Carrigan ve ark., 1984).

Dentin tübülü içerisinde yer alan farklı mikroorganizma türlerinin farklı derinliklere penetre olabildiği ve periapikal lezyonlu dişlerde dentin tübüllerine olan penetrasyonun yaklaşık %60-90 oranında olduğu söylenebilmektedir (Peters ve ark., 2001; Matsuo ve ark., 2003). Endodontik medikamanların enfekte dentinde yer alan bakteriler üzerindeki antibakteriyel etkinliğini değerlendirmek için kullanılan ve Haapasalo ve Orstavik (1987) tarafından tanıtılan dentin blok modelleri ile *in vitro* koşullarda yapılan çalışmada da, sadece bazı mikroorganizma türlerinin derin dentin penetrasyonu yapabildiği gösterilmektedir (Love, 1996a-b; Perez ve ark., 1996; Peters ve ark., 2000).

Bu mikroorganizma türleri içerisinde, Gr (+) fakültatif koklar (enterokok ve streptokoklar), laktobasiller ve aktinomiçeslerin en etkili penetrasyonu yaptıkları ve Gr (-) bakterilerden de sadece bazılarının dentin penetrasyonu yapabildiği *in vitro* koşullarda gösterilmiştir. Bu mikroorganizmalara ilave olarak, *Fusobacterium nucleatum*, *Prevotella* türleri, *Porphyromonas gingivalis* ve *P. Endodontalis*'in de dentin tübüllerini istila ederek derin dentin penetrasyonu yapabildiği belirtilmektedir (Giuliana ve ark., 1997; Matsuo ve ark., 2003). Daha çok inatçı enfeksiyonlarda görülen *Candida albicans* (*C. albicans*) ise, sahip olduğu çeşitli virülans faktörleri sayesinde dentin tübüllerine penetre olabilmektedir (Nair ve ark., 1990; Şen ve ark., 1995; Waltimo ve ark., 2000).

1.4.2. Kök Kanalında Yer Alan Mikroorganizmaların Dentin Tübüllerine Penetrasyonunu Etkileyen Faktörler

Kökte yer alan dentin tübüllerine bakteri invazyonu, daha önce de belirtildiği gibi, belirli özelliklere sahip sınırlı sayıda bakterinin yapabildiği ve kanal sisteminin farklı bölgelerindeki mevcut besin miktarı, oksijen seviyesi (redoks potansiyeli), kök kanalının lokal pH değeri ve enfektif mikrofloranın kompozisyonu gibi ekolojik faktörlere bağlı olarak değişiklik gösteren, çok etmenli bir olaydır (Sundqvist ve Figdor, 2003; Love, 2004).

Kök kanalında yaşayan mikroorganizmalar için besin kaynağı; ağız boşluğu, dejeneratif bağ dokusu artıkları, dentin tübülü içeriği ya da periapikal dokulardan gelen serum benzeri sıvı olabilmektedir (Love, 2001). Nekrotize pulpa dokusu varlığında, kök kanalının esas besin maddesi olan endojen protein ve glikoproteinler sınırlı hale gelmektedir. Fakat, bakterinin periapikal enflamasyonu uyarması, serum benzeri eksudanın kök kanalına girmesine neden olmaktadır. Bu sıvı, proteolitik kapasitesi olan birçok bakteri için protein ve glikoprotein içeren bir besin kaynağıdır (Marsh, 2003).

Besinlerin mevcudiyeti ve hangi çeşitte olduğu, mikrobiyal büyüme için oldukça önemlidir. Örneğin, kök kanal ortamında, esas enerjisini karbonhidrat fermantasyonu sonucu sağlayan bakterilerin mevcut besin eksikliği nedeni ile sınırlandırılması, amino asit ve peptitleri fermente edebilen anaerobik bakterilerin çoğalmasına neden olmaktadır. Bu durum, fakültatif anaerobik bakterilerin kök kanallarının ağız boşluğuna açılan koronal kesitinde ve anaerobik bakterilerin de kök kanalının apikal bölgesinde baskın türler olmasının olası sebeplerinden biri olarak kabul edilmektedir (Sundqvist ve Figdor, 2003).

Kök kanalında yer alan bakterileri mevcut besin miktarındaki değişiklik kadar mevcut oksijen miktarındaki azalma da etkilemektedir. Pulpa enfeksiyonunun erken evreleri sırasında mikroflorada baskın olan fakültatif anaerobik bakteriler, ortamda bulunan oksijeni kullanarak kök kanalı içerisindeki oksijenin kısmi basıncını

düşürmekte ve zorunlu anaerobik bakterilerin üremesine neden olmaktadır (Fabiricus ve ark., 1982; Sundqvist ve Figdor, 2003).

1.4.3. Kök Kanalında Yer Alan Mikroorganizmalar Arasındaki Etkileşim

Ekolojik düzende önemli rol oynayan mikroorganizmaların değişen çevresel koşullara yanıt verme ve adapte olma yetenekleri, yeni çevresel ve biyolojik ortamlara uyum sağlayabilmeleri için önemli bir araçtır. Kök kanal ortamında yer alan mikroorganizmaların da sahip olduğu bu özellikler, kök kanal ortamına uyumlu polimikrobiyal floranın meydana gelmesini sağlamaktadır (Sundqvist, 1992b; Bowden ve Hamilton, 1998).

Pulpa enfeksiyonunun erken evreleri sırasında kök kanal florasında baskın olan fakültatif anaerobik bakterilerin ortamda bulunan oksijeni kullanıp, kök kanalı içerisindeki oksijenin kısmi basıncını düşürmesi, zorunlu anaerobik bakterilerin üremesine neden olmaktadır. Buna ilaveten bazı mikroorganizma çeşitlerinin metabolik yıkım ürünlerinin diğer mikroorganizmalar için besin zincirinin bir kısmını oluşturabilmesi, mikroorganizmalar arasında görülen bu etkileşimin pozitif veya negatif ilişkili olabildiğini göstermektedir (Sundqvist, 1992b).

Fabiricus (1982), periapikal lezyonlu dişlerin kök kanallarından izole edilen bakterileri (Prevotella oralis ve 11 diğer çeşit) farklı kombinasyonlarda veya tek çeşit olarak farklı kök kanallarına inoküle ettiği hayvan çalışmasında, tek bakteriyel çeşit inoküle edildiğinde, sadece hafif apikal periodontitis geliştiğini fakat kombinasyon halinde verildiğinde ise aynı bakteri çeşidinin daha şiddetli periapikal reaksiyonlara neden olduğunu belirterek mikroorganizmalar arasındaki *sinerjizmi* göstermiştir.

Enfekte kök kanal sisteminde yer alan seçici koşullar ve mikroorganizmaların birbiri ile olan etkileşimi, baskın olan türlerin periapikal kemiği rezorbe edebilen ve kök kanal tedavisine daha fazla direnç gösteren tür olan fakültatif ve zorunlu anaerob mikroorganizmalar olarak belirlenmesine neden olmuştur (Seltzer ve Farber, 1994).

Bununla birlikte yapılan çalışmalar, kök kanal enfeksiyonlarında bulunan bu mikroorganizma popülasyonunun statik olmayıp zamanla değişim gösterdiğini de bildirmektedir (Fabricus ve ark., 1982a; Fabricus ve ark., 1982b).

Kök kanallarından izole edilen mikroorganizmalar içerisinde; dentin tübüllerine etkili penetrasyon yeteneği (Sundqvist, 1992a; Molander ve ark., 1998; Sunde ve ark., 2002), kollajenlere olan güçlü adezyonu (Love, 2001) ve kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında kullanılan irrigasyon solüsyonlarına göstermiş olduğu yüksek direnç nedeniyle eliminasyonu en zor olan mikroorganizmalardan biri *Enterococcus faecalis* (*E.faecalis*) iken, nekrotik pulpalı dişlerden izole edilen inatçı mikroorganizma türlerinden bir diğerini de mantarlar oluşturmaktadır. Mantarlar içerisinde *Candida albicans* (*C. albicans*) sıklıkla inatçı lezyonlarda gözlenen ve sahip olduğu önemli virulans faktörler nedeniyle endodontik enfeksiyonların gelişimine katkıda bulunan mikroorganizma türüdür (Sundqvist, 1992b).

1.5. Enterokoklar

Thiercelin tarafından 1899 yılında tanımlanan enterokoklar, 1930 yılında Lancefield tarafından serolojik grup D streptokok olarak sınıflandırılmıştır. Enterokoklar tekli, ikili yada kısa zincirler halinde görülebilen, aerobik ve anaerobik koşullarda üreme yeteneğine sahip olan, fakültatif anaerob mikroorganizmalardır (Barbara, 1990; Roças ve ark., 2004).

İnsan normal florasının bir parçası olan *Enterokoklar*, toplum kaynaklı ve özellikle hastane kaynaklı enfeksiyonlarda önemli etken mikroorganizmalardır. Ağız florasında genellikle düşük konsantrasyonlarda bulunmakla birlikte daha çok kök kanal tedavilerinden sonra görülen inatçı enfeksiyonlardan izole edilmektedirler (Sedgley ve ark., 2004).

Pek çok antibiyotiğe karşı intrensek olarak dirençli olmaları, diğer antibiyotiklere de kolaylıkla direnç geliştirebilmeleri ve çevreye adaptasyonlarının iyi olması nedeniyle

patojeniteleri yüksek olan enterokoklar, dentinde Tip I kollajen ve ekstraselüler matriks proteinlerine tutunmasını sağlayan ve doku yıkımını kolaylaştıran birçok virülans faktörüne de sahiptir (Portenier ve ark., 2003b; Roças ve ark., 2004).

Enterokokların sahip olduğu virülans faktörleri;

- Enterokok yüzey proteinleri,
- Jelatinaz,
- Sitolizin toksini,
- Ekstrasellüler süperoksit üretimi,
- Kapsüller polisakkaritler,
- Antibiyotik direnç paternidir (Roças ve ark., 2004).

Yirmi üç enterokok çeşidi mevcuttur ve kök kanallarından izole edilen enterokok türleri arasında en yaygın bulunan tür ise *E.faecalis* 'tir (Brenda ve ark., 2006).

1.5.1. *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*)

Fakültatif anaerob ve Gr (+) kok olan *E. faecalis*, üretmiş olduğu sitolizin ile eritrositleri, polimorfonükleer nötrofillerin, makrofajların parçalanmasına neden olarak bakteriyel hücreleri öldürmekte ve fagositozun azalmasına neden olmakta, ayrıca ekstraselüler süperoksit üretimi ile de kendi yaşam sürelerini uzatabilmektedir (Portenier ve ark., 2003b; Gültekin, 2004).

1.5.2. Endodontik Enfeksiyonlarda *E. faecalis*

Tedaviye dirençli apikal periodontitisin en çok görülen etkeni olarak kabul edilen *E.faecalis*, birincil kök kanal enfeksiyonlarında %4-40 oranında; inatçı periapikal lezyonlarda ise daha yüksek sıklıkta, süt dişi enfeksiyonlarında ise, %10-30 oranında bulunmaktadır (Molander ve ark., 1998; Sundqvist ve ark., 1998; Brook, 2003; Roças ve ark., 2004).

İnatçı mikroorganizma olan *E. faecalis*'in sahip olduğu; serine proteaz, jelatinaz ve kollajene tutunma proteini bakterinin kolaylıkla dentin dokusuna bağlanabilmesini sağlamakta ve lenfositlerin aktivitesini baskılayabilmesi konak cevabının değişmesine yol açarak genellikle kök kanal tedavilerinin başarısızlığına neden olmaktadır (Love, 2001; Hubble ve ark., 2003; Lee ve ark., 2004; Roças ve ark., 2004).

E. faecalis'in geniş pH aralığına karşı koyabilme yeteneği, klinik olarak antibakteriyel kontrol sistemlerinde büyük bir sorun olarak görülmektedir. Bu mikroorganizmanın pH 11.5'e kadar yüksek alkaliniteye dayanıklılık gösterebilmesi yüksek antimikrobiyal potansiyele sahip ajanların etkisiz kalmasına neden olmaktadır (Byström ve ark., 1985; Sjögren ve ark., 1991).

Uzun süre açlığa dayanabilmesi ve ölü hücrelerin serumunu besin kaynağı olarak kullanabilmesi, değişken genetik polimorfizm gösteren bu mikroorganizmanın, kök kanal sisteminin içinde çeşitli yollarla mücadele ederek kök kanalında inatçı patojen olarak kalabilmesini ve kök kanalında tek mikroorganizma olarak veya floranın ana bileşeni olarak yaşayabilmesini sağlamaktadır (Jett ve ark., 1994; Figdor ve ark., 2003; Sedgley ve ark., 2004; Stuart ve ark., 2006).

1.6. Mantarlar

Mantarlar, maya ve küf olmak üzere iki temel formda bulunabilen mikroorganizmalardır. Küfler, silindirik tübül dalları içeren çok hücreli filamentöz yapıda iken, mayalar ise hücreleri dairesel veya oval şekilli tek hücreli mantarlardır. Hücre bölünmesi genellikle bir ana hücreden küçük büyümeler şeklinde olan tomurcuklanmayla oluşmaktadır (Aydın, 2004).

Mantarların, hastalık oluşturmada patojenitelerinin önemi büyüktür. Patogenezle ilişkili olduğu düşünülen mekanizmalar:

- Çeşitli çevresel koşullara uyum sağlayabilme,

- Çeşitli yüzeylere yapışabilme,
- Hidrolitik enzimler üretme,
- Morfolojik değişim,
- Biyofilm oluşturabilme yetenekleridir (Aydın, 2004).

Doğal kaynağı insan olan ve bifazik olan *Candida* cinsi mantarlar, *Cryptococcaceae* familyasından olup 30'dan fazla türü tanımlanmıştır. *Candida* cinsi mantarlar maya fazında tek hücreli iken, konağa girdiklerinde basit tomurcuklanma ile oluşan blastosporlar ile üremektedirler. *Candida* cinsine ait 200 tür olmasına karşın, mantar enfeksiyonlarının %75'inden *C. albicans* sorumludur (Jenkinson ve ark., 1990; Holmes ve ark., 1995; Chaffin ve ark., 1998).

1.6.1. *Candida albicans* (*C. albicans*)

İnsan ağızı ve sindirim sistemi içinde yaşayan ve tomurcuklanma yaparak üreyen *C. albicans*, anatomik olarak farklı alanlarda ve organizmanın üzerinde veya içerisinde ona zarar vermeden (kommensal) yaşayabilme yeteneğine sahip, çok yönlü patojen bir mikroorganizmadır (Jenkinson ve ark., 1990; Holmes ve ark., 1995; Chaffin ve ark., 1998).

Sağlıklı yetişkinlerin yaklaşık %40'ının ağız florasında bulunmaktadır. Dil sırtı, *C. albicans*'ın ağızda birincil olarak kolonize olduğu yer iken mukoza, dişeti, dentin, kök yüzeyi ve periodontal cepler ise ikincil olarak kolonize olduğu yerlerdir (Jenkinson ve ark., 1990; Holmes ve ark., 1995; Chaffin ve ark., 1998).

Candida hücreleri spesifik (ligand-reseptör interaksiyonlar) ve nonspesifik (elektrostatik şarj, Van der Waals kuvvetleri) mekanizmalar ve sahip olduğu yüzey molekülleri ile dentin dahil olmak üzere çeşitli doku tiplerine bağlanabilmektedir. Tip 1 ve Tip 4 kollajene bağlanabilme özelliğine sahip olan *C. albicans*'ın ürettiği kollajenolitik enzimin insan dentin kollajenini yıkabileceği gibi ürettiği hidrolitik

enzimlerin de kök çevresi dokularda yıkıma neden olabildiği yapılan çalışmalarda gösterilmektedir (Chaffin ve ark., 1998; Siqueira ve Şen, 2004).

1.6.2. Endodontik Enfeksiyonlarda *C. albicans*

Endodontik enfeksiyonlarda %1-17 arasında değişen oranlarda bulunan mantarlar, genellikle geniş spektrumlu antibiyotiklerin uzun süreli kullanımı ve konak dokuda savunma sisteminin hasarlanması gibi normal florada meydana gelen dengesizlik nedeniyle enfeksiyona neden olan fırsatçı patojenler olarak görülmekte iken, periapikal dokuların iyileşmesi ve sağlıklı olarak kalması için bu mikroorganizmaların yok edilmesi gerekmektedir (Grossman, 1967; Baumgartner ve ark., 2000; Siqueira ve Şen, 2004).

Ayrıca, *C. albicans*; *S. gordonii*, *S. mutans*, *S. sanguis* gibi streptokoklarla birbirlerine tutunarak, biyofilm oluşumunu kolaylaştırmakta ve biyofilmler de kolonizasyonu arttırarak bulunan türlerin yaşamasına olanak sağlamaktadır. Böylece nekrotik kök kanallarındaki ekolojik şartlar da, mantarların üremesini arttırmakta ve mantarlar da mikrobiyal yapının dirençli hale gelmesine neden olmaktadır (Costerton ve ark., 1994; Holmes ve ark., 1995).

1.7. *E. faecalis* ve *C. albicans*'ın Enfekte Kök Kanallarındaki Lokalizasyonu

C. albicans ve *E. faecalis*'in insan dentinine penetrasyonu *in vitro* olarak çalışılmış ve her iki mikroorganizmanın da, 2 mm kalınlıktaki insan dentin diskine penetrasyon yeteneği izlenirken dentin tübüllerinde *C.albicans*'ın penetrasyonunun *E. faecalis*'le karşılaştırıldığında daha az olduğu görülmüştür (Haapasalo ve Orstavik, 1982; Safavi ve ark., 1990; Peters ve ark., 2000; Waltimo ve ark., 2000; Love, 2001; Love, 2002).

E. faecalis, dentin tübüllerine 400-1000 µm kadar ilerleyebilecek ve yaşayabilecek kadar küçük boyutlu bir mikroorganizma iken, mantarların dentin tübüllerinde 10-

150 µm derinliğe kadar penetre olabildiği gösterilmiştir (Haapasalo ve Orstavik, 1987; Şen ve ark., 1995; Love, 2001).

Çeşitli genetik polimorfizmler sergilediği görülen *E. faecalis*'in sahip olduğu farklı virülans faktörleri (kollajen bağlayan protein (Ace), serin proteaz ve jelatinaz), bakterinin dentin dokusuna bağlanmasını sağlamakla birlikte, kollajenin *E. faecalis* için besin kaynağı (substrat) olması nedeniyle kollajen dokunun açığa çıktığı demineralize dentin yüzeyleri de bakterinin tutunması için ideal yüzeyleri oluşturmaktadır (Makinen ve ark., 1989; Nallapareddy ve ark., 2000; Love, 2001; Hubble ve ark., 2003; Kishen ve ark. 2006).

E. faecalis ve *S. mutans* ile tutunma reaksiyonu yapmadığı gösterilen *C. albicans*'ın, çoğu streptokok türü ile yaptığı tutunma reaksiyonları ve sahip olduğu bazı yüzey molekülleri, oral mukoza ve sert dokulara kolonizasyonunda önemli rol oynamaktadır (Jenkinson ve ark., 1990; Holmes ve ark., 1995; Chaffin ve ark., 1998).

1.8. Kök Kanallarının Biyomekanik Preparasyonu ve İrrigasyonu

Kök kanal enfeksiyonunun kontrol altına alınıp, başarılı sonuçlar elde edilebilmesi için, etiyolojik faktörlerin tanımlanıp, tamamen yok edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, kök kanal tedavisinin ana hedefi, mikroorganizmanın yok edilmesi/azaltılması ile enfeksiyonun yeniden oluşmasının engellenmesidir. Bu amaç doğrultusunda, kök kanal tedavisinde uygulanan preparasyon ve irrigasyonun asıl hedefi, (mikro)biyolojik olarak kök kanalında yer alan tüm mikroorganizmaların yok edilmesi/azaltılması ve kök kanalında yer alan artık mikrobiyal içeriğin antijenik/biyolojik potansiyelinin nötralize edilmesini sağlamaktır (Sjögren ve ark., 1997; Molander ve ark., 1998; Haapasalo ve ark., 2005; Nair ve ark., 2005).

Kök kanallarının preparasyonu, enfekte kök kanal sisteminde bakteriyel azalmayı sağlayan esas yöntemdir. Fakat, kök kanal sisteminde bulunan yan kanallar, apikal

dallanmalar ve bazı bakterilerin gösterdiği derin dentin penetrasyonu, temizleme işleminin sadece mekanik temizlik ile gerçekleştirilmesini engellemektedir (Ingle ve ark., 1994).

Byström ve Sundqvist (1981), mekanik temizlikten sonra meydana gelen bakteriyel azalmayı değerlendirdikleri çalışmalarında, 10^2 - 10^3 kat kadar azalma olduğunu, fakat, sadece mekanik temizlik ile bakterileri tamamen yok etmenin zor olduğunu da belirtmişlerdir. Nitekim, kök kanallarının preparasyonu tamamlandıktan sonra bile bakteri varlığına rastlanması kök kanallarının sadece genişletilmesi ile, dentin tübüllerini istila eden mikroorganizmaların yok edilmesinin mümkün olmadığını desteklemektedir (Hirai ve ark., 1988; Matsuo ve ark., 2003).

İdeal temizliğin yapılamaması durumunda; apikal bölgede, aksesuar dallanmalarda ve dentin tübüllerinde farklı derinliklerde mikroorganizmalar kalabilmesi ve kalan mikroorganizmaların da, düşük miktarda besin varlığında bile yaşama kabiliyeti olan türde mikroorganizmalar olması, periapikal lezyon oluşumuna sebep olarak ya da lezyonun devamlılığını sağlayarak endodontik tedavinin başarısızlığına neden olabilmektedir (Kersten ve ark., 1987; Ando ve Hoshino, 1990; Lin ve ark., 1991; Şen ve ark., 1997a; Şen ve ark., 1997b; Waltimo ve ark., 1999).

Bu nedenle, bakteri ve toksinlerinin yok edilmesi/azaltılmasını sağlamak amacıyla, kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında mekanik olarak çeşitli enstrümanların kullanımı yanında kimyasal bir yöntem olan irrigasyonun da yapılması gerekmektedir. Kök kanal tedavisinde enfeksiyon kontrolünde, bakteriyel hücrelerin büyük kısmının barınağı olan enfekte dentinin ortadan kaldırılmasını sağlayan, kök kanallarının biyomekanik ve kimyasal preparasyonun beraber uygulanması (kemomekanik preparasyon) işlemi başarının anahtarını oluşturmaktadır (Leonardo ve ark., 1999).

Kemomekanik preparasyon esnasında uygulanan irrigasyon; mikroorganizmaların yok edilmesi, kanal duvarlarının ıslatılarak şekillendirme işleminin kolaylaştırılması, kök kanalının dentin talaşları tarafından tıkanmasının önlenmesi, kanal içerisindeki

doku artıklarının çözülebilmesi, kök kanalındaki debrisin yıkanarak uzaklaştırılması, enfekte sert ve yumuşak dokuların apikal açıklık bölgesinde birikerek periapikal bölgeye yayılmasının engellemesi ve mekanik temizleme yöntemleri ile ulaşılabilen bölgelerin temizlenebilmesini sağlamaktadır (Walton ve Rivera, 1996).

Kök kanal tedavisi sırasında dezenfeksiyon amacı ile uygulanan antimikrobiyal ajanlar genellikle, kimyasal antiseptikler ve antibiyotiklerdir. Yıllardır tıp ve diş hekimliğinde enfeksiyonun kontrolünde, sistemik ve topikal antibiyotikler kullanılmaktadır. Kök kanalında kan dolaşımının bulunmaması, endodontik enfeksiyonların tedavisinde sistemik antibiyotik kullanımını etkisiz kılarken, antibiyotiklerin etkili oldukları konsantrasyonlarda, düşük de olsa toksik olduğu ve etkinliklerini hücre yenileme siklusu sırasında göstermeleri nedeniyle, irrigasyon solüsyonu gibi kısa süreli kullanımlar için uygun olmadığı gösterilmiştir (Portenier ve ark., 2003; Siqueira ve ark., 2003).

Kök kanal sisteminde yer alan floranın polimikrobiyal ve dinamik yapıda olması sebebiyle, tedavi süresince uygulanacak antibakteriyel ajanın seçimi kritik bir noktadır (Carson ve ark., 2005). Bu nedenle irrigasyon amacıyla kullanılan ajan;

1. Kök kanalındaki enfekte doku artıkları ve debrisi eritebilmesinin yanı sıra mekanik ve/veya kimyasal olarak uzaklaştırılabilmesi,
2. Yüzey gerilimi düşük olmalı, kanal aletlerinin ulaşamadığı yan kanal ve dallanmalara penetre olabilmeli,
3. Periapikal dokular ve ağız mukozası üzerinde antijenik, toksik ve karsinojenik etkisi olmamalı,
4. Biyouyumlu olmalı,
5. Uygulaması kolay olmalı
6. Antimikrobiyal özellik taşımalı, ayrıca bu etkisi uygulama sonrasında da devam etmeli (rezidüel etkinlik),
7. Saklama kolaylığı olmalı,
8. Maliyeti düşük olmalı,
9. Raf ömrü uzun olmalıdır (Ingle ve ark., 1994; Tirali, 2009; Kandaswamy ve Venkateshbabu, 2010; Alaçam, 2012a;).

Bu amaç doğrultusunda kök kanallarının kimyasal temizliğinde üç tip maddeden yararlanılmaktadır. Bunlar, inorganik doku eriticiler (şelasyon yapıcı ajanlar ve asitler), organik doku eriticiler (alkalen solüsyonlar) ve oksitleyici ajanlardır (Seltzer, 1988; Ingle ve ark., 1994; Tirali, 2009; Kandaswamy ve Venkateshbabu, 2010; Alaçam, 2012a).

İnorganik doku eriticileri içerisinde, asitler ve şelasyon yapıcı ajanlar yer almaktadır. Asitler, dentinde organo-inorganik yapı arasındaki bağı zayıflatarak dokunun çözünmesini sağlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda en çok kullanılan ajanlar; sitrik asit, tannik asit, fosforik asit, laktik asit, poliakrilik asit ve salvizoldür. Şelasyon yapıcı ajanlar ise, dentinde yer alan hidroksiapatit kristallerindeki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girerek çözülebilir şelat tuzları oluşturmaktadır. Böylece dentin yapısından uzaklaşan kalsiyum iyonları yapının yumuşamasına neden olarak kanal duvarlarının şekillendirme işlemine daha az direnç geliştirmesine neden olmaktadır. Aynı zamanda da bu ajanlar hidroksiapatit yapının fazla olduğu peritübüler dentinde etki göstermektedir ve dentin kanallarının çaplarının artmasını sağlamaktadır. Şelasyon yapıcı ajanlar içerisinde en çok kullanılanı ise etilen diamin tetra asetik asit (EDTA)'tir (Harrison, 1984; Walton ve Rivera, 1996; Kandaswamy ve Venkateshbabu, 2010; Alaçam, 2012a).

Oksitleyici solüsyonlar alkalen solüsyonlar ile birlikte kullanıldıklarında ortaya çıkan köpürücü etkinlikleri nedeni ile tercih edilmektedir. Kök kanallarının irrigasyonunda her iki ajanın birlikte kullanılmasının oluşturduğu köpürmenin, debrislerin çıkarılmasında yararlı olduğu düşünülmektedir. Oksitleyici ajan olarak endodontide uzun yıllardır doku eritici özelliği bulunmayan ve sınırlı bir antimikrobiyal etkinliğe sahip olan hidrojen peroksit kullanılmaktadır (Kandaswamy ve Venkateshbabu, 2010; Alaçam, 2012a).

Endodontide irrigasyon amacıyla kullanılan alkalen solüsyonlar içerisinde; sodyum hidroksit, potasyum hidroksit ve sodyum hipoklorit yer almakta iken, bu solüsyonlar içerisinde günümüzde en sık kullanılanı sodyum hipoklorittir (Harrison, 1984;

Mohammadi, 2008; Kandaswamy ve Venkateshbabu, 2010; Alaçam, 2012a; Mohammadi ve ark., 2013; Prado ve ark., 2013).

Bunların dışında irrigasyon solüsyonu olarak, geniş etki spektrumu, irritasyon özelliğinin olmaması nedeni ile en çok kullanılan ajanlardan biri de klorheksidin (CHX)dir. Klorheksidin, etkinliğinin pH'ya bağlı olması, nekrotik dokuları çözmemesi ve ortamda bulunan organik maddenin CHX'in etkinliğini azaltması gibi dezavantajlara sahiptir (Gardner ve Gray, 1991; Basrani ve Lemonie, 2005; Siqueira ve ark., 2007a; Kandaswamy ve Venkateshbabu, 2010; Vaziri ve ark., 2012; Prado ve ark., 2013).

Bahsedilen solüsyonlar dışında proteolitik enzimler, iyotlu bileşikler, distile su ve serum fizyolojik gibi ajanlar da kullanılabilmekte iken, günümüzde standart antiseptik irrigasyon ajanı olarak sodyum hipoklorit (NaOCl) kabul edilmektedir (Mohammadi, 2008; Alaçam, 2012a; Mohammadi ve ark., 2013; Zan ve ark., 2013).

1.8.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Klorin, dünyada en geniş dağılıma sahip elementlerden biridir. Doğada serbest halde bulunmayıp sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum ile bileşik oluşturmaktadır (Test ve ark., 1984; Pashley ve ark., 1985; Kandaswamy ve Venkateshbabu, 2010;).

Yaklaşık olarak 11–12 arasında pH'ya sahip olan sodyum hipoklorit, doku proteinleri ile temasa geçtiğinde hücre proteinlerini okside ve hidrolize ederek peptid bağlarının kırılmasına ve proteinlerin çözülmesine neden olmaktadır. Protein yapıdaki bu çözülme sonucunda amino gruplarındaki hidrojen ($-HN^+$), klorin ($-NCl^-$) ile yer değiştirerek antimikrobiyal etkinlikte büyük rol oynayan kloramini oluşturmaktadır (Test ve ark., 1984; Pashley ve ark., 1985; Kandaswamy ve Venkateshbabu, 2010).

Sodyum hipoklorit, vital ve devital dokuları iyi şekilde çözebilmesi, geniş spektrumlu bir antibakteriyel ajan olması (bakteri, bakteriyofaj, spor, mantar ve

virüsler üzerinde etkili), düşük yüzey gerilimi, kolay ve ucuz olarak elde edilebilmesi nedeniyle sıklıkla tercih edilen bir ajandır (Briseno ve ark., 1992; Williams, 1995). Ayrıca dentin duvarlarına kolayca diffüze olabilmesi, dentin tübüllerinin geçirgenliğini arttırarak kanal içinde kullanılan ilaçların difüzyonunu kolaylaştırması ve organik doku varlığından çok az etkilenmesi sodyum hipokloritin tercih edilmesinde önemli kriterleri oluşturmaktadır (Abou-Rass ve Oglesby, 1981; Harrison, 1984; Hauman ve Love, 2003; Alaçam, 2012a).

Kemomekanik preparasyonun kısa süreli bir aşama olması, sodyum hipokloritin aslında birkaç dakika gibi çok kısa süre ile kanalda kalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle irrigasyon ajanı olarak kullanılan sodyum hipokloritin antibakteriyel etkinliği solüsyonun konsantrasyonuna, sıcaklığına, kanalda kalma süresine, temas yüzeyine, pH'sına ve hacmine göre değişmektedir (Senia ve ark., 1971; Siqueira ve ark., 2000; Estrela ve ark., 2002; Guida, 2006).

Kök kanal tedavilerinde irrigasyon ajanı olarak kullanılan sodyum hipokloritin tavsiye edilen konsantrasyon aralığı %0,5-%5,25 arasında değişmektedir (Estrela ve ark., 2003; Viana ve ark., 2004; Walker ve ark., 2006).

Sodyum hipokloritin hangi konsantrasyonda daha etkin antibakteriyel aktivite gösterdiğine dair ortak bir görüş bulunmamaktadır. Siqueira ve ark. (2000), sodyum hipokloritin konsantrasyonu ve antibakteriyel etkinliği arasında bir ilişki bulunduğunu ve düşük konsantrasyonlardaki sodyum hipokloritin etkisinin, hacim olarak daha fazla irrigasyon ajanının kullanılması veya ajanın kök kanallarına daha uzun süre temas etmesi ile arttırılabileceğini savunmakta iken, Berber ve ark. (2006), sodyum hipokloritin, kullanılan teknikten bağımsız olarak, ancak yüksek konsantrasyonlarda dentin tübüllerini dezenfekte edebildiğini belirtmektedir (Baumgartner ve Cuenin, 1992; Siqueira, 2000; Berber ve ark., 2006).

Baumgartner ve ark. (1984), yaptıkları çalışmada, %2,5-5,25 konsantrasyonlarındaki sodyum hipokloritin, dentin duvarlarından pulpa dokusunu çıkarmada son derece

etkili olduğunu ve hatta eğerlerin temas edemediği kısımlarda bile etki gösterebildiğini saptamışlardır.

Antibakteriyel etkinliğe ilaveten sodyum hipokloritin toksisitesi de, konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Kök kanal tedavisinde irrigasyon solüsyonu olarak kullanılan sodyum hipoklorit ile ilgili alerjik reaksiyonlara nadir olmakla birlikte rastlanılmaktadır. %5,25'lik sodyum hipokloritin insan fibroblast ve lenfositlerine karşı toksik olduğu ve endotel hücrelerinde hasar yarattığı, nötrofil migrasyonuna engel olduğu, ayrıca, yüksek konsantrasyonlarda kullanılan sodyum hipokloritin, mukoza altında kanama odakları oluşturarak kollajende bazofilik yıkımlar meydana getirdiği belirtilmektedir (Spangberg ve ark., 1973; Pashley ve ark., 1985; Kauffman ve Keila, 1989; Sabala ve Powell, 1989).

Sodyum hipoklorit, yüksek konsantrasyonlarda periapikal dokular üzerinde toksik etkili olabilmesi nedeniyle (Hand ve ark., 1978; Harrison ve Hand, 1981) kök kanal tedavisinde güvenle kullanılabilmesi için, apikal bölgeye basınçla enjeksiyonundan kaçınılarak, kök kanallarında pasif yıkama işlemi altında kullanılmalı, fakat, tedavi esnasında lastik örtü kenarından sızmasının da allerji benzeri bulgulara neden olabileceği unutulmamalıdır (Hülsmann ve Hahn, 2000; Pelka ve Petschelt, 2008; Zairi ve Lambrianidis, 2008; Doherty ve ark., 2009; Markose ve ark., 2009).

Süt dişi kök kanallarının düzensiz ve karmaşık morfolojiye sahip olması ve fizyolojik rezorbsiyonun varlığı, kemomekanik işlemlerin başarısını olumsuz olarak etkilemektedir (Thomas ve ark., 1994). Sodyum hipoklorit ile ilgili yapılan birçok çalışmada, kök kanal duvarlarını diğer geleneksel ajanlara göre daha etkili şekilde temizleyebildiği gösterilmekle birlikte, periapikal dokular için gösterdiği toksisite, ajanın güvenle kullanımını zorlaştırmaktadır. Süt dişi kök kanal tedavilerinde kullanıldığında sürekli diş folikülü, periferik dokulara ve ağız mukozasına zarar verebilmekte ve aynı zamanda, tedavi esnasında kullanılan malzemelerin de aşınmasına neden olmaktadır (Gatot ve ark., 1991; Ohara ve ark., 1993; Panighi ve ark., 1995).

Sodyum hipokloritin bütün bu özellikleri göz önünde bulundurulduğunda hangi konsantrasyonun klinik uygulamada daha etkin olduğuna dair ortak bir görüş bulunmamakla birlikte, süt dişi kök kanal tedavilerinde kök rezorbsiyonu ve kökte perforasyon riskinin yüksek oluşu nedeni ile çocuk diş hekimliği alanındaki kullanımı için %2,5'lik konsantrasyonu önerilmekte ve yapılan çalışmalarda da genellikle bu konsantrasyonu tercih edilmektedir (Ayhan ve ark., 1996; Canoğlu ve ark., 2006; Nakornchai ve ark., 2010; Ramar ve Mungara, 2010).

Kök kanal tedavisi ile ilgili yapılan çalışmalar; mekanik preparasyon, irrigasyon ve ara seanslarda yapılan medikasyonun başarının anahtarı olduğunu vurgulamakta ve kök kanal tedavilerinde yüksek antimikrobiyal potansiyel ve düşük yan etkilere sahip ideal, alternatif endodontik antiseptiklerin arayışı devam etmektedir (Huth ve ark., 2008).

1.9. Ozon

Aktif atomik oksijen (O^{+2}) ile oksijen molekülünün (O_2) birleşmesinden meydana gelen kararsız yapıda olan ozon (O_3), doğadaki en kuvvetli oksidan maddelerdendir ve pek çok biyomolekülle reaksiyona girebildiği tespit edilmiştir (Baysan ve ark., 2000; Bocci, 2007; Estrela ve ark., 2007; Johansson ve ark., 2009).

Bocci (2004), ozonun tedavi edici olarak ilk kez 1870 yılında C. Lender tarafından kullanıldığını, daha sonra, I. Dünya Savaşında zehirli gazları etkisiz hale getirmek ve yaraları tedavi etmek amacıyla ve 1940 yılında dailk defa dezenfeksiyon amacı ile kullanıldığını bildirmiştir. Daha sonraları ise, su arıtma, gıda endüstrisi, kağıt endüstrisi, tekstil sektörü alanındaki başarısı birçok ülke tarafından onaylanan ozonun kullanım alanları genişleyerek devam etmektedir (Bocci ve Paulesu, 1990; Valacchi ve Bocci, 2000; Bocci, 2004; Lynch, 2004).

Günümüzde ozon molekülünün tedavi amacı ile doğru dozaj ve konsantrasyonda kullanımının etkili, güvenli ve yan etkisiz olduğu düşünülmektedir (Bocci ve

Paulesu, 1990; Bocci, 2004; Pattanaik ve ark., 2011; Saini, 2011). Böylece, tıp ve diş hekimliğinde son dönemlerde kullanımı gündeme gelen ozonun, gaz ve sıvı formları, antimikrobiyal etkinliğinden dolayı diş hekimliğinde antiseptik ajan olarak tercih edilmesine neden olmaktadır (Baysan ve ark., 2000; Nagayoshi ve ark., 2004; Cardoso ve ark., 2008; Seidler ve ark., 2008; Pattanaik ve ark., 2011; Saini, 2011).

Oksijenin yüksek voltajlı bir jeneratörden geçmesi ile oluşan ozon molekülü, oksijen molekülünün yüksek reaktivite gösteren formudur. Oksijen molekülü, aerobik metabolizmaya sahip mikroorganizmaların olmazsa olmazı iken, mikroaerofilik ve anaerobik bakteriler için çarpıcı bir şekilde toksiktir. Aerobik mikroorganizmaların sahip olduğu çeşitli enzimler, oksijenin toksisitesinden korunabilmelerini sağlamaktadır. Fakat, mikroaerofilik ve anaerobik mikroorganizmaların bu koruyucu mekanizmaya sahip olmaması, oksijene duyarlı hale gelmelerine sebep olmaktadır. Söz konusu mikrobiyal hücre bileşenlerini okside edebilmesi, güvenilir bir antimikrobiyal etkinliğinin oluşmasını sağlamakla birlikte, bakterisit, antiviral ve antifungal özellik gösterebilen ajanların en iyilerinden biri olarak da dikkatleri çekmektedir (Tortora ve ark., 1998).

Ozonun günümüzde diş hekimliğinde kullanıldığı alanlar aşağıda sıralanmaktadır;

- Pit ve fissür çürükleri
- Dentin çürükleri
- Kök çürükleri
- Dentin hassasiyetinin tedavisi
- Dişlerin beyazlatılması
- Kök kanal tedavisi
- Ortodontik braketler etrafındaki demineralizasyonun önlenmesi
- Aft ve herpes tedavileri
- Postoperatif ağrı
- Aletlerin sterilizasyonu
- Dental ünit sularının temizliği (Lynch, 1996; Baysan ve Lynch,2001; Thaman ve Sood, 2012).

Klorinden çok daha güçlü ve 3,000 kat daha hızlı etki gösteren ozonun, zararlı ayrışma ürünleri oluşturmada etkili dezenfeksiyon sağlayabilmesi kök kanal tedavisinde kullanımını gündeme getirmiştir. Yapılan literatür taramasında, ozonun, bugüne kadar kök kanal dezenfeksiyonunda gaz ve sıvı haldeki formlarının kullanılarak, farklı konsantrasyon ve uygulama sürelerindeki etkinliklerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği, fakat bu çalışmaların *in vitro* koşullarda gerçekleştirildiği görülmektedir (Bocci, 2002; Nagayoshi ve ark., 2004; Hems ve ark., 2005; Estrela ve ark., 2007; Stoll ve ark., 2008; Huth ve ark., 2009; Kuştarcı ve ark., 2009; Zan ve ark., 2013).

Çalışmalarda kullanılan ozon jeneratörlerinin farklı olması, uygulanan ozon konsantrasyonunun farklı olmasına neden olabilmekte ve her firmanın tavsiye ettiği uygulama süresinin değişiklik göstermesi desonuçların birbiri ile tutarlılık göstermemesine yol açmaktadır. Fakat bu çalışmaların sonuçlarına dayanılarak varılan en önemli nokta, kök kanal dezenfektanı olarak kullanılan ozonun etkinliğinin uygulama süresi ve konsantrasyonuna bağlı olduğudur (Filippi, 2001; Ebensberger ve ark., 2002; Nagayoshi ve ark., 2004; Huth ve ark., 2006; Nair ve ark., 2006; Huth ve ark., 2009).

Endodontik irriganların periapikal ve oral mukozal dokularda toksik olmaması gerekmektedir. Bugün kullanılan gaz fazındaki ozon konsantrasyonu (4 g/m^3) da, %2,5'lik sodyum hipokloritten çok daha az sitotoksiktir (Filippi, 2001; Ebensberger ve ark., 2002; Nagayoshi ve ark., 2004; Huth ve ark., 2006; Nair ve ark., 2006; Huth ve ark., 2009).

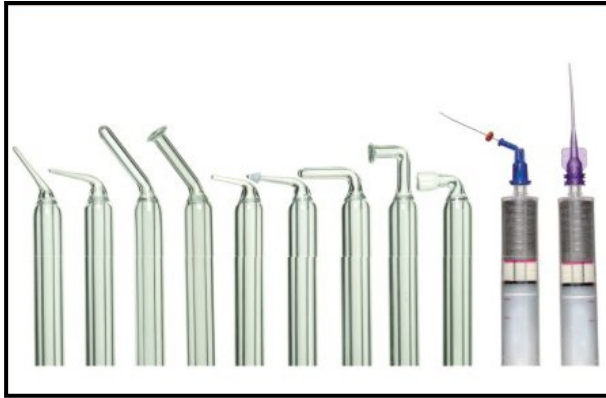
Diş hekimliği ve tıp alanında ozon tedavisini uygularken ozon jeneratörlerinden yararlanılmaktadır. Geçmişten günümüze ozon üreten jeneratörlerin listesi şu şekildedir:

1. Corona Jeneratörü (Bilim adamı, Nicolar Teslar, 1859),
2. Ozonosan® (1. tıbbi Ozon jeneratörü, Fa. Hänslar, 1958),
3. OzonyTron® (Mymed, ALMANYA, 1999),
4. HealOzon® (KAVO Dental, ALMANYA, 2001),

5. UltraOzon® (Mymed, ALMANYA, 2004),
6. OzonyTronX® (Mymed, ALMANYA 2005) (Anonymus 2009a),
7. Biozonix® GmbH (Mymed, ALMANYA, 2009).

1.9.1. OzonyTronX®

Cihaz 1999'da OzonyTron, 2005 yılında ise geliştirilerek OzonyTronX® olarak Almanya'da Mymed tarafından üretilmiştir. Cihaz durgun elektriksel gaz deşarj prensibine göre çalışmaktadır. Ozon, uygulanacağı hedef bölge ve bir soy gaz doldurulmuş gerilim altında bulunan cam sonda arasında çalışır. Kullanım durumlarına göre değişik sonda tipleri vardır. Bunlar değişik gerilim düzeyi ve tedavi süresi ile uygulanır. OzonyTronX®; ana ünite, plazma probu ve aplikatörden oluşmaktadır. OzonyTronX® cihazı, ozon gazı üreten bir jeneratör değildir. Cihazın probu hastaya temas ettiği anda ortamda bulunan oksijen molekülü (O_2) atomlarına ayrılmaktadır. Bu atomik oksijen, bakteri jermelerinin ölümüne neden olmakta ve geçici olarak ortamdaki oksijen (O_2) ile birleşerek yüksek derecede dezenfeksiyon etkisi yapan ozon (O_3) gazını oluşturmaktadır. OzonyTronX® cihazı, uygulama alanına göre farklı prop uçlarına sahiptir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. OzonyTronX® cihazının prob uçları.

Cam prob uçlarının içerisinde, elektromanyetik enerjiyi yönlendiren ve uygulama alanına veren soy gaz karışımı bulunmaktadır. OzonyTronX® cihazının yedi ana prop ucu ve kullanım alanları Çizelge 1.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 1.2. OzonyTronX prop uçları ve kullanım alanları.

Prop uçları	Kullanım alanları
CR prop ucu	Çürük, pulpa dezenfeksiyonu, hiperemi, pulpitis, kök kanal tedavisi, abse, granüloma, hipersensitivite tedavisi ve kavite dezenfeksiyonu
PA prop ucu	İmplatoloji, re-implantasyon, kanama kontrolü, gingivitis, periodontitis, cerrahi işlemlerde dezenfeksiyon, fistül tedavisi, kuron dezenfeksiyonu
PA/8 prop ucu	Derin periodontal cepler, gingivitis, periodontitis, cerrahi işlemlerde dezenfeksiyon, periapikal enfeksiyonlar, fistül tedavisinde
AV prop ucu	İmplant öncesi kemik dokunun hazırlanması, cerrahi işlemler, yaraların dezenfeksiyonu, hemorajik kanamalar
GI prop ucu	Gingivitis, periodontitis, stomatitler, yumuşak doku lezyonları, implantoloji, fistül tedavisi, periapikal enfeksiyonlar, kök kanal tedavisi
CA prop ucu	Çürük tedavisi, özellikle çocuk diş hekimliğinde ağrıya ya da hassasiyete neden olabilecek dişlerin tedavisi, kavite dezenfeksiyonu
KP prop ucu	Ulaşılması güç alanlar (Kanal tedavilerinde kanal dezenfeksiyonu ve apikal lezyonların dezenfeksiyonu, fissürler ve derin periodontal cepler)

KP prop ucu: Batırma aplikatörü (enjektör) üreticisinin verilerine göre saf ozon gazı üretmek üzere tasarlanmıştır (2 cm^3), dar ve bükümlü kök kanallarında veya derin ve düz peridontal ceplere cam propların kırılacağı endişesi olmadan tatbik edilebilir. Seçime sunulan iki uygulama enjektörü vardır:

KP mor uç – Ozonun derin ceplere veya fistüllere verilmesi

KP mavi uç – Ozonun bükümlü ve dar kök kanallarına verilmesi

OzonyTronX® cihazı üzerinde, beş kademeli olarak ozon gazının yoğunluğunun ayarlanabildiği kontrol düğmesi bulunmaktadır. Kademelerin konsantrasyonu, uygulama süresi ve bu konsantrasyona göre uygulanan tedavi seçenekleri Çizelge 1.3’de gösterilmektedir.

Çizelge 1.3. OzonyTronX® cihazının kademeleri, konsantrasyonu, uygulama süresi ve uygulama alanları.

Kademe	Ozon Konsantrasyonu	Uygulama Süresi	Uygulama Alanları
1. Kademe	0-5 000 ppm	120 sn	Hassasiyet Testleri
2. Kademe	10 000-25 000 ppm	90 sn	Yumuşak dokuların viral ve mantar enfeksiyonları, Hassas dokuların dezenfeksiyonu (dil, dudak)
3. Kademe	25 000-45 000 ppm	40-60 sn	Gingivitis, periodontitis, hiperemi
4. Kademe	45 000-100 000 ppm	30-40 sn	Reimplantasyon, çekim sonrası alveolar soket dezenfeksiyonu, trismus, mine ve dentin yüzeylerinin restorasyona hazırlanması
5. Kademe	100 000-300 000ppm	40-50 sn	Prob ucunun dezenfeksiyonu, kanama kontrolü, kök kanal dezenfeksiyonu

Almanya’da “TÜV SÜD (Teknik denetim kurumu) Industrie Service GmbH” kuruluşu tarafından OzonyTronX® cihazının ürettiği ozon miktarı ve konsantrasyonu değerlendirilmiştir. Ozonun diş hekimliğinde kısa sürelerde (20-120 saniye) uygulanması sonucu oluşabilecek maksimum ozon konsantrasyonunun, insanlar için zararlı ozon konsantrasyonu eşik değerinin (TLV) %37’sinde kalması nedeniyle, güvenli uygulanabilirliğine izin verilmiş ve herhangi bir toksik etki yaratmadığı “TÜV” belgesi ile kanıtlanmıştır (Anonymus, 2009b; 2010c).

1.10. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizi

İnsan gözünün çok ince ayrıntıları görebilme olanağı sınırlıdır. Bu nedenle görüntü iletimini sağlayan ışık yollarının mercekle değiştirilerek, daha küçük ayrıntıların görülebilmesini sağlayan cihazlar geliştirilmiştir. Ancak bu cihazların, büyütme miktarlarının sınırlı olması ve elde edilen görüntü üzerinde işlem yapma imkanının olmaması nedeniyle bu temel üzerinde yeni sistemler geliştirilmiştir. Elektronik ve optik sistemlerin birlikte kullanımı ile yüksek büyütmelerde, üzerinde işlem ve analizler yapılabilen görüntülerin elde edildiği cihazlar geliştirilmiştir. Elektrooptik prensipler çerçevesinde tasarlanmış taramalı elektron mikroskobu (SEM), bu amaca hizmet eden cihazlardan birisidir. SEM, birçok dalda araştırma-geliştirme

çalışmalarında kullanılmaktadır (Vineet ve Tandon, 2000; Kantovitz ve ark., 2008; Frencken ve Wolke, 2010).

Diş hekimliğinde de kullanım alanı bulan SEM, günümüze kadar yapılmış bir çok araştırmada; smear tabakası, dentin tübüllerinin yoğunluğu ve çapları, irrigasyon solüsyonlarının etkinlikleri, kanal dolgu patlarının dentin yüzeyine adaptasyonunun değerlendirilebilmesi amacıyla kullanılarak daha ayrıntılı bilgilere ulaşılmasını sağlamaktadır (Garberoglio ve Brannstrom, 1976; Niu ve ark., 2002; Menezes ve ark., 2003; Saleh ve ark., 2003; Monika ve Froner, 2006; Özdemir ve ark., 2010).

1.11. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Süt dişlerinin karmaşık kök kanal morfolojisine sahip olmasının yanı sıra fizyolojik kök rezorbsiyonunun varlığı, mekanik preparasyonun ideal şekilde yapılmasını engellemekte ve bu nedenle tek başına yapılan mekanik preparasyon yetersiz kalarak, süt dişlerinde kimyasal temizliğin ne kadar önemli olduğu bu konuda yapılan çalışmalarla desteklenmektedir (Kennedy ve Kapala, 1985; Nair ve ark., 1990; Lin ve ark., 1991; Dummet ve Kopel, 2002; Berber ve ark., 2006; Camp ve Fuks, 2006; Estrela ve ark., 2008; Ramar ve Mungara, 2010).

1.11.1. Kök Kanallarının İrrigasyonunda Sodyum Hipoklorit Solüsyonunun Kullanıldığı Çalışmalar

Kök kanal tedavilerinde irrigasyon ajanı olarak kullanılan sodyum hipokloritin tavsiye edilen konsantrasyon aralığı daha önce de belirtildiği gibi, %0,5-5,25 arasında değişmektedir (Estrela ve ark., 2003; Viana ve ark., 2004; Walker ve ark., 2006).

Siqueira ve ark. (2001), *E. faecalis* ile deneysel olarak enfekte ettikleri kök kanallarında sodyum hipokloritin farklı konsantrasyonları (%1, %2,5 ve %5,25) ve steril serum fizyolojik solüsyonunu karşılaştırdıkları çalışmalarında, sodyum

hipokloritin konsantrasyonundan bağımsız olarak test mikroorganizması üzerinde anlamlı derecede azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir.

Radcliffe ve ark. (2004), sodyum hipokloritin farklı konsantrasyonlar (%0,5; %1; %2,5 ve %5,25) ve farklı temas sürelerindeki etkinliğini en dirençli mikroorganizmalardan olan *C. albicans* ve *E. faecalis* üzerinde değerlendirdikleri çalışmalarında; *E. faecalis* daha dirençli mikroorganizma olarak bulunurken, %5,25'lik solüsyonun 2dk., %2,5'lik solüsyonun 5 dk., %1'lik solüsyonun 10 dk. ve %0,5'lik solüsyonun 30 dk.'da etki edebildiğini belirtmişlerdir.

Vianna ve ark. (2004), farklı konsantrasyonlardaki sodyum hipokloritin etkinliğini *C. albicans*, *E. faecalis* başta olmak üzere nekrotik kök kanalında bulunan anaerob mikroorganizmalar üzerinde değerlendirdikleri çalışmalarında konsantrasyonun artmasıyla solüsyonun etkinliğinin anlamlı derecede arttığını, fakat konsantrasyonla birlikte sitotoksitesinin de arttığının unutulmaması gerektiğini vurgulamışlardır.

Berber ve ark. (2006), %0,5; %2,5 ve %5,25'lik konsantrasyonlardaki sodyum hipokloritin test mikroorganizması olan *E. faecalis* üzerindeki etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında, solüsyonun %5,25'lik konsantrasyonunun diğer konsantrasyonlarına oranla anlamlı etkinliğe yol açtığını belirtmişlerdir.

Vianna ve ark. (2006), *in vivo* koşullarda yaptıkları çalışmalarında; %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonunun, nekrotik pulpalı sürekli dişlerin kök kanallarında yer alan mikroorganizmalar üzerindeki etkinliğini %2'lik klorheksidin solüsyonu ile karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Mikroorganizma sayısındaki azalma bakımından her iki ajanın da benzer etkinlik sergilediğini, ancak, sodyum hipokloritin organik doku çözücü etkinliğinin bir avantaj olduğunu da eklemişlerdir.

Siqueira ve ark. (2007a), periapikal lezyonlu sürekli dişlerin kök kanallarında %2,5'lik sodyum hipokloritin etkinliğini %0,12'lik klorheksidin solüsyonu ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, her iki ajanın da, kök kanalında yer alan kültüre

edilebilir mikroorganizmalar üzerinde anlamlı derecede azalmaya yol açtığını ve solüsyonların gösterdiği bu etkinin birbirlerine göre anlamlı bir farklılık oluşturmamasına rağmen, %2,5'lik sodyum hipokloritin sayısal olarak daha fazla azalma sağladığını belirtmişlerdir.

Siqueira ve ark. (2007b), %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu ile yaptıkları irrigasyon ve dezenfeksiyon sonrasında, kalsiyum hidroksit ile yapılan kanal içi medikasyonun ilave antibakteriyel etkinliğini değerlendirmek için *in vivo* koşullarda yaptıkları çalışmalarında; %2,5'lik sodyum hipoklorit ile yapılan irrigasyondan sonra mikroorganizma düzeyinde anlamlı bir azalma olduğunu, ancak, bu işlemten sonra yapılan kanal içi medikasyonun oluşturduğu ilave antimikrobiyal etkinliğin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa yol açmadığını bildirmişlerdir.

Kuvvetli ve ark. (2009), *E. faecalis* ile deneysel olarak enfekte ettikleri süt dişi kök kanallarında, %5,25'lik sodyum hipokloritin etkinliğini, Er:YAG ve Diod lazer ile yapılan dezenfeksiyon ile karşılaştırmalı olarak değerlendirdikleri çalışmalarında; sodyum hipoklorit ile 5dk. yapılan irrigasyonun etkinliğinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Valera ve ark. (2009), deneysel olarak *E. faecalis* ve *C. albicans* ile enfekte ettikleri kök kanallarında kalsiyum hidroksit ve klorheksidin jel ile yapılan medikasyonun etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında, irrigasyon solüsyonu olarak %1'lik sodyum hipoklorit kullanmışlar ve solüsyonunun medikasyondan bağımsız olarak her iki mikroorganizma üzerinde etkili azalma sağladığını belirtmişlerdir.

Vaziri ve ark. (2012), *E. faecalis* ile deneysel olarak enfekte ettikleri kök kanallarında %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonunun etkinliği ve fotodinamik terapi ile birlikte kullanımında elde edilecek kazanımları değerlendirdikleri çalışmalarında, en iyi sonucu her iki ajanın birlikte kullanılmasıyla elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Mohammadi ve ark. (2013), %1,3'lük sodyum hipokloritin *C. albicans* üzerindeki antifungal etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında, sodyum hipokloritin, MTAD (Mixture of tetracycline, acid and detergent) ve Tetraclean ile yapılan dezenfeksiyona göre daha etkili sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Tirali ve ark. (2013), sodyum hipoklorit, klorheksidin ve oktenidin hidrokloritin farklı konsantrasyonlardaki antimikrobiyal etkinliklerini değerlendikleri çalışmalarında, test mikroorganizması olarak *E. faecalis* ve *C. albicans*'ı kullanmışlar ve %5,25'lik sodyum hipokloritin en etkili ajan olduğunu ve konsantrasyonun azalması ile de etkinliğin anlamlı olarak azaldığını bildirmişlerdir.

1.11.2. Kök Kanallarının Dezenfeksiyonunda Ozonun Kullanıldığı Çalışmalar

Son dönemlerde tıp ve diş hekimliğinde kullanımı gündeme gelen ve kuvvetli antimikrobiyal potansiyele sahip olan ozonun, ağız boşluğunda yer alan mikroorganizmalar üzerindeki etkinliği daha önce yapılan çalışmalarla gösterilmekte ve biyofilm tabakasında yer alan enfeksiyöz mikroorganizmaları kontrol altına almada faydalı olabileceği bildirilmektedir (Nagayoshi ve ark., 2004; Muller ve ark., 2007).

Yapılan literatür taramasında, ozonun, süt dişi kanal tedavilerinde, kök kanal dezenfeksiyonunda kullanılmasını inceleyen bir çalışmaya rastlanılmamakla birlikte, sürekli dişlerde yapılan çalışmalarda, *E. faecalis*, *C. albicans*, ve *S. mutans* gibi mikroorganizmalar üzerindeki antibakteriyel etkinliği geleneksel irrigasyon ajanları (sodyum hipoklorit, klorheksidin, hidrojen peroksit, serum fizyolojik) ve lazer uygulaması gibi çeşitli dezenfeksiyon teknikleri ile *in vitro* koşullarda karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (Nagayoshi ve ark., 2004; Hems ve ark., 2005; Huth ve ark., 2008; Stoll ve ark., 2008; Noetzel ve ark., 2009).

Nagayoshi ve ark. (2004), sığır dişlerinde yaptıkları çalışmalarında, 10 dk.'lık 4 mg/l sıvı fazdaki ozonun, dentin tübülleri içerisine penetre olmuş *E. faecalis* ve *S. mutans*

üzerinde, %2,5'lik sodyum hipoklorit ile benzer antibakteriyel etkinlik sergileyebildiğini göstermişlerdir.

Hems ve ark. (2005), sodyum hipokloritin planktonik fazda bulunan *E. faecalis*'i yok etmede ozondan daha etkili olduğunu ve biyofilm içerisinde yer alan *E. faecalis*'e ozon gazının etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Müller ve ark. (2007), %5'lik sodyum hipokloritin, karyojenik biyofilmde yer alan mikroorganizmaları yok etmede ozon gazından daha etkili olduğunu, Estrela ve ark. (2007) ise, enfekte kök kanallarının dezenfeksiyonunda, %2,5'lik sodyum hipoklorit, %2'lik klorheksidin ve ozon gazı uyguladıkları çalışmalarında, ozon gazının 20 dk. uygulanmasının bile *E. faecalis*'i yok etmek için yeterli olmadığını belirtmişlerdir.

Cardoso ve ark. (2008), ozonun sıvı formunun etkinliğini, deneysel olarak *C. albicans* ve *E. faecalis* ile enfekte ettikleri sürekli dişlerde, serum fizyolojik solüsyonu ile karşılaştırmalı olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, sıvı fazdaki ozonun uygulamasının her iki mikroorganizma üzerinde anlamlı azalmaya yol açmakla birlikte, rezidüel antimikrobiyal etkinliğinin olmamasının ajana dezavantaj oluşturduğunu da eklemişlerdir.

Stoll ve ark. (2008) ise, *E. faecalis* ile enfekte ettikleri sürekli diş kök kanallarına, 2 dk.'lık gaz halindeki ozon uygulamasının antibakteriyel etkinliğini, %1,5 ve %3'lük sodyum hipoklorit, %0,2'lik klorheksidin ve %3'lük hidrojen peroksit ile karşılaştırdıkları çalışmalarında; ozonun, sodyum hipoklorit ve klorheksidinin, *E. faecalis* üzerindeki etkinliğine benzer antibakteriyel etkinlik sergilediğini göstermişlerdir. Buna ilaveten sodyum hipoklorit ile irrigasyonda doku çözücü etkinliği için, olması mümkün en yüksek konsantrasyonda kullanılması gerektiğini ve yüksek konsantrasyonda sodyum hipokloritin kullanılamayacağı durumlarda da ozonun mevcut irrigasyon solüsyonlarına iyi bir alternatif olabileceğini belirtmişlerdir.

Kuştarıcı ve ark., (2009), ozon gazı, KTP lazer ve %2,5'lik sodyum hipoklorit ile yapılan irrigasyon ve dezenfeksiyonun etkinliğini, deneysel olarak *E. faecalis* ile enfekte ettikleri kök kanalları üzerinde değerlendirdikleri çalışmalarında; ozon gazının mikroorganizma üzerinde anlamlı bir azalmaya yol açtığını, fakat, %2,5'lik sodyum hipoklorit uygulamasının en etkili azalmayı sağladığı sonucuna varmışlardır.

Noetzel ve ark. (2009), sodyum hipoklorit, klorheksidin veya serum fizyolojik kullanılarak yapılan irrigasyon işleminin ardından 2 dk.'lık gaz halindeki ozon uygulaması, Er:YAG lazer ve 1 haftalık kalsiyum hidroksit ($\text{Ca}_2(\text{OH})_2$) uygulaması ile sağlanan dezenfeksiyonun, sürekli diş kök kanallarına ekilen *E. faecalis* zerindeki etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmanın sonucunda, kalsiyum hidroksit ve ozon uygulamalarının benzer antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu, sodyum hipoklorit ve klorheksidin ile yapılan irrigasyon işlemlerinin ardından kullanılmalarının bu etkinliği arttırdığını göstermişlerdir.

Zan ve ark. (2013), iki farklı lazer sistemi ve ozonun sıvı formunun antibakteriyel etkinliklerini karşılaştırmalı olarak değerlendirdikleri *in vitro* alışmalarında test mikroorganizması olarak *E. faecalis*'i kullanmışlardır. Ozonun sıvı formunun her iki lazer sisteminden daha başarılı sonuç vermesine rağmen, bu etkinliğin %5,25'lik sodyum hipoklorite göre anlamlı derecede düşük olduğunu da belirtmişlerdir.

İlerlemiş rk lezyonuna bağlı olarak pulpa dokusunun geri dönüşümsüz olarak enfekte ya da nekrotize olduğu durumlarda doğru endikasyonların varlığında, diş çekimi yerine yapılacak kök kanal tedavisi ile ağızda tutulan süt dişi, sağlıklı ve iyi bir yer tutucu olacak ve sürekli dişlerin düzgün ve sorunsuz bir şekilde sürmesine rehberlik edecektir (McDonald ve ark., 2000; Mickel ve ark., 2003; Moore ve Kennedy, 2006; Sasa ve ark., 2009).

Pulpa ve periapikal doku hastalıklarının patogeneğinde rol alan ve önemli etiyolojik faktörlerden biri olan mikroorganizmaların, enfekte kök kanal sisteminden tamamen uzaklaştırılması, başarılı bir endodontik tedavi için temel amaç olarak kabul edilmekte ve bu amaca yönelik olarak tedavinin önemli basamaklarından biri olan

preparasyon ve irrigasyonda farklı materyal ve uygulama sistemleri kullanılmaktadır (Paster ve ark., 2001; Siqueira ve Roças, 2009; Gerek ve ark., 2010).

Süt dişi kök kanal morfolojisinin karmaşık bir yapıya sahip olması ve fizyolojik rezorbsiyonun kök kanallarının preparasyonunu sınırlandırabilmesi, biyomekanik preparasyonun ideal ve mükemmel bir şekilde yapılmasını engelleyebilmekle birlikte, süt dişi kök kanal tedavisinde mekanik temizlikten çok kimyasal bir temizlik olmasını zorunlu kılarak, süt dişlerinde irrigasyonun önemini arttırmaktadır (Camp, 1984; Dummet ve Kopel, 2002).

Sahip olduğu çeşitli virulans faktörleri aracılığı ile dentine tutunabilen ve hatta penetre olabilen *E. faecalis* ve *C. albicans*, inatçı endodontik enfeksiyonlarda sıklıkla izole edilen ve antimikrobiyal ajanlara karşı son derece dirençli olan mikroorganizmalardır. Bu mikroorganizmaların yok edilebilmesi/azaltılmasında kullanılacak irrigasyon materyalinin antimikrobiyal özelliğinin güçlü olması son derece önemli olduğu için, günümüzde irrigasyon konusunda, özellikle daha iyi antibakteriyel etki elde edebilme amacı ön plana çıkmaktadır (Siqueira ve ark., 2002; Menezes ve ark., 2003; Cardoso ve ark., 2009; Gerek ve ark., 2010).

Sahip olduğu yüksek antibakteriyel etkinliğinin yanısıra organik doku çözücü özelliğinin de bulunması, sodyum hipokloriti günümüzde en sık kullanılan irrigasyon solüsyonu haline getirmekte, fakat, sitotoksik özelliğinin bulunması süt dişlerinde kullanımını zorlaştırmaktadır (Ito ve ark., 2011; Alaçam, 2012a; Mohammadi ve ark., 2013).

İrrigasyon işleminin öneminin anlaşılması ve sodyum hipokloritin sahip olduğu bu dezavantaj hem irrigasyon materyalleri hem de uygulama yöntemleri konularında yenilik yapılarak, işlemin etkinliğinin artırılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Fakat, yüksek antimikrobiyal potansiyel ve düşük yan etkilere sahip ideal, alternatif endodontik antiseptiklerin arayışı halen devam etmektedir. Diğer yandan, bugüne kadar ozonun kök kanal dezenfektanı olarak kullanıldığı çalışmalardan yapılan bir derleme, *in vitro* koşullarda yapılan çalışmaların sonuçlarının tutarsız olduğunu, *in*

vitro koşulların bir tekniğin klinik olarak kabul edilebilmesinde önemli bir test aşaması olmasına rağmen, klinik koşulları tam olarak yansıtamadığı ve ozonun diş hekimliğinde rutin tedavi yöntemi olarak kullanılabilmesi için, klinik çalışmaların sonuçlarından elde edilecek daha yüksek değerli kanıtlara ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Azarprooh ve Limeback, 2009).

Bu bilgilere dayanarak planlanan tez çalışmamızın amacı; sahip olduğu yüksek antimikrobiyal potansiyel nedeni ile diş hekimliğinde kullanımı son dönemlerde gündeme gelen ozon gazının, inatçı mikroorganizmalardan olan *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerindeki etkinliğinin ve sodyum hipoklorit ile birlikte kullanılması durumunda elde edilecek kazanımların *in vivo* ve *in vitro* koşullarda karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi ve *in vitro* işlemlerin SEM görüntüleri ile desteklenmesidir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Tez çalışmamızda, diş hekimliğinde kullanımı son dönemde gündeme gelen ozon gazı (OzonyTronX[®], Mymed, GERMANY) ve geleneksel bir kök kanal irrigasyon ajanı olan sodyum hipokloritin (Wizard[™], İstanbul, TÜRKİYE), enfekte süt dişi kök kanallarında yer alan *E. faecalis* ve *C. albicans* mikroorganizmaları üzerindeki antibakteriyel etkinliği karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Araştırma, *in vitro* ve *in vivo* olmak üzere iki bölümde gerçekleştirilmiştir.

2.1. Etik Kurul Onayı

Tez çalışmamızın *in vitro* ve *in vivo* bölümleri için gerekli olan etik kurul onayı, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurul Başkanlığı'ndan (2/3 sayılı, 19.10.2010 ve 3/6 sayılı, 26.10.2010) alınmıştır (Ek-1,2).

Çalışmamızın *in vitro* bölümünde kullanılmak üzere diş çekimi endikasyonu konulan alt çene süt II. azı dişlerinin toplanabilmesi için, hastalara araştırma hakkında bilgi verilmiş ve aydınlatılmış onam formları imzalatılmıştır (Ek-3).

Çalışmamızın *in vivo* bölümünde ise, çalışmaya dahil edilen tüm çocukların ebeveynlerine, araştırma hakkında bilgi verilip, gerekli izin alınıp, aydınlatılmış onam formları imzalatıldıktan sonra klinik işlemler uygulanmıştır (Ek-4).

Çalışmamızda kullanılan materyallerin markaları, içerikleri ve üretici firmaları Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Tez çalışmamızda kullanılan materyallerin marka, içerik ve üretici firmaları.

Materyal	İçerik	Üretici Firma
Xylocaine %10 sprey	Lidokain %10	AstraZeneca, İSVEÇ
Ultracain D-S Ampul	1 ml'nin bileşiminde 40mg artikain hidroklorür, 0,006mg epinefrin hidroklorür, 0,5mg sodyum metabisülfid, 1mg sodyum klorür, 0,3162mg 0,1N hidroklorik asit ve 1ml enjeksiyonluk su bulunmaktadır.	Aventis, Farma, İstanbul, TÜRKİYE
Serum Fizyolojik	%0.9 izotonik sodyum klorür, 100ml'sinde 0.9 gr sodyum klorür (154mEq/L sodyum ve 154mEq/L klorür), 100ml enjeksiyonluk su	İ.E Ulagay ilaç sanayi, İstanbul, TÜRKİYE
Sodyum Hipoklorit	% 5'lik sodyumhipoklorit (NaOCl) Steril distile su	Wizard, Rehber Kimya San. ve Tic. İstanbul, TÜRKİYE
Tg-Pex	%30 Ca(OH) ₂ , %40.4 iyodoform, %22.4 silikon yağı	Technichal &General Ltd., London, İNGİLTERE
Cam iyonomer siman	Florosilikat camı, Poliakril aside, PHB ester	Ionofil U, Voco GmbH, Cuxhaven, ALMANYA
Ozon gazı		OzonyTronX [®] , Mymed, ALMANYA
Referans Suş 1	<i>Enterococcus faecalis</i>	ATCC 29212
Referans Suş 2	<i>Candida albicans</i>	ATCC 10231
PÇK	%72 demir, %18 krom, %10 nikel ve az oranda manganez, silikon ve karbon	3M ESPE, Seefeld, ALMANYA
Reduce transport fluid (RTF)	NaCl, (NH ₄) ₂ SO ₄ , KH ₂ PO ₄ , KHPO ₄ , Mg ₂ SO ₄ , NaEDTA, l-Cysteine	Merck, TÜRKİYE

2.2. Araştırmanın *in vitro* Bölümü

Geleneksel irrigasyon ajanı olarak kullanılan sodyum hipoklorit, OzonyTronX[®] cihazı ile üretici firmanın talimatları doğrultusunda uygulanan ozon gazı ve her iki ajanın birlikte kullanılmasının, inatçı enfeksiyonun oluşumundan sorumlu olduğu bilinen *E. faecalis* ve *C. albicans* mikroorganizmaları üzerindeki etkinliği, geleneksel kültür yöntemi ve SEM analizi olmak üzere iki farklı yöntem kullanılarak değerlendirilmiştir.

Araştırmamıza başlamadan önce çalışma gruplarının sayılarını tespit etmek amacıyla “Power Analiz” yapılmış ve bu analizin sonuçları doğrultusunda (%5 yanılma

düzeyi, %80 güç ve %40 etki büyüklüğü), Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız-Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı Kliniği'nde, klinik ve radyografik muayenelerini takiben, 5-10 yaş aralığındaki çocuk hastalara ait, radyolojik olarak kök rezorbsiyonu görüntülenmeyen ve/veya kök rezorbsiyon seviyesi apikal 1/3'ü geçmeyen, ilerlemiş çürük ya da ortodontik amaçla çekilmiş 54 adet alt çene süt II. azı dişi kullanılmış ve amacına uygun olarak oluşturulan üç farklı çalışma grubuna rastgele olmak üzere dahil edilmiştir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Çalışma gruplarının oluşturulması.

Çalışma Grupları	İrrigasyon ve dezenfeksiyon yöntemi
Grup 1 <u>Kontrol grubu</u>	Sodyum Hipoklorit (%2,5 NaOCI)
Grup 2 <u>Deney grubu</u>	Steril Serum fizyolojik (%0,9 NaCl) + Ozon gazı (80s)
Grup 3 <u>Deney grubu</u>	Sodyum Hipoklorit (%2,5 NaOCI) + Ozon gazı (80s)

2.2.1. Kültür Yöntemi ile Değerlendirme

2.2.1.1. Çalışmada Kullanılan Dişlerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan dişler üzerinde bulunan yumuşak doku artıkları, bir kretuar yardımı ile temizlenmiş ve deneyler başlayıncaya kadar (en fazla 30 gün) steril serum fizyolojik solüsyonu içerisinde saklanmıştır. Çalışmada kullanılan örneklerin standardize edilebilmesi için; kök boylarının benzer uzunlukta olduğu, alt çene süt II. azı dişleri kullanılmıştır. Dişlerin apikal açıklıkları bakteriyel sızıntıya engel olmak amacıyla epoksi rezin (Filtek™ Supreme XT (3M ESPE, A.B.D.) ile kapatılarak kuronları mine-sement sınırından kesilerek uzaklaştırılmıştır. Bu işlemi takiben süt dişi kökleri uzun akslarına dik olacak şekilde ayrı ayrı akrilik (Meliodent™, Heraeus Kulzer, ALMANYA) bloklara gömülmüş ve kök kanalları K-tipi eğe ile ISO-30'a kadar genişletilmiştir. Kök kanallarının preparasyonu esnasında irrigasyon solüsyonu olarak 10 ml steril serum fizyolojik (%0,9 NaCl, Ulagay™,

TÜRKİYE) solüsyonu kullanılmıştır (Şekil 2.1). Kök kanallarında preparasyon ve irrigasyon işlemlerinin tamamlanmasının ardından tüm örnekler, 121 °C’de 15 dak. süresince otoklavda (Nüve OT-012, TÜRKİYE) steril edilmiştir.



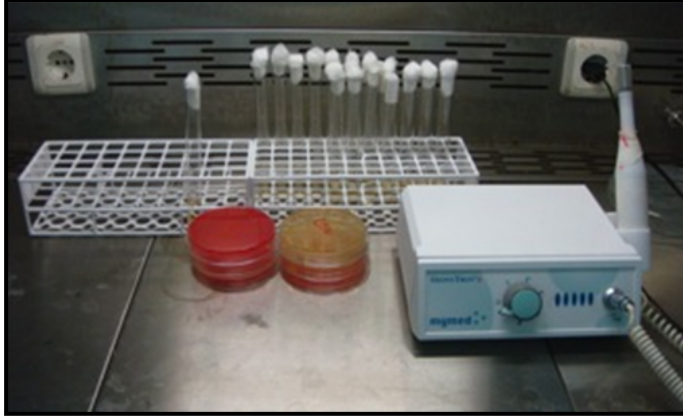
Şekil 2.1. Steril serum fizyolojik solüsyonu.

2.2.1.2. Kök Kanallarının *E. faecalis* ve *C. albicans* ile Enfekte Edilmesi

Sterilizasyon aşamasından sonra dişlerin kök kanallarına; McFarland 1.5×10^8 CFU/ml⁻¹ yoğunluğunda Brain heart infusion (BHI) broth’da hazırlanan *E. faecalis* ATCC (American Type of Culture Collection) 29212 kültür süspansiyonundan 10 µl ve 1.5×10^8 CFU/ml⁻¹ yoğunluğunda Sabouraud liquid medium’da hazırlanan *C. albicans* ATCC 10231 kültür süspansiyonundan 10µl, steril bir mikropipet ile kök kanallarına inoküle edilmiş ve kanal ağızları pamuk peletler ile kapatılmıştır. Bu aşamayı takiben kök kanallarının *E. faecalis* ve *C. albicans* ile enfekte edilebilmesi için örnekler, etüve yerleştirilerek 37 °C’de 4 hafta süresince inkübe edilmiştir (Kuştarıcı ve ark., 2009).

Dört haftalık inkübasyonun ardından *E. faecalis* ve *C. albicans* ile enfekte edilmiş olan örneklerin kök kanallarına yerleştirilen pamuk peletler, steril çalışma kabini (Laminar Flow, Chemocell®, LRCCX-UV, ClassII) içerisinde açılarak, enfekte kök kanalları kendi içlerinde rastgele olmak üzere 3 farklı gruba ayrılmıştır (n=18). Çalışmamızda deneysel solüsyonlarla irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemlerinin

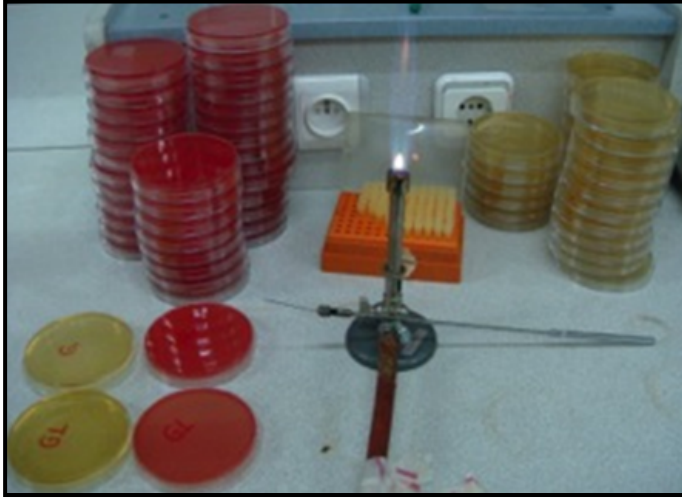
yapılması ve mikrobiyolojik örneğin alınması işlemi steril çalışma kabini içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Steril yatay hava akımı sağlayan ‘Steril Kabin’ cihazı.

Çalışmamızda, *E. faecalis* ve *C. albicans* ile enfekte edilen tüm kök kanallarından, bakteriyel kontaminasyonun kontrolü amacı ile deneysel işlemler öncesinde mikrobiyolojik kök kanal örneği alınmıştır. Dişlerin test edilecek mikroorganizmalar ile enfekte edilmesini takiben kök kanalları 1 ml steril serum fizyolojik solüsyonu ile ıslatılmıştır. Bu işlemin ardından kök kanallarına yerleştirilen steril kağıt konlar 60 s. bekletilmiş ve Neut ve ark. (2001)’nın önerdiği şekilde 2 ml uygun taşıyıcı solüsyon (Reduce Transport Fluid: RTF) içeren test tüplerine aktarılmıştır.

Kök kanallarından alınan örneklerde, *E. faecalis* ve *C. albicans* mikroorganizmalarının tespiti için, mikroaerofilik koşullarda 37 °C’de 4 hafta süren inkübasyon sonrasında, mikroorganizmalara ait olan CFU/ml⁻¹ değerleri belirlenmiştir. Kök kanallarından alınan örneklerde *E. faecalis* tespiti için, steril kağıt konların aktarıldığı sıvı besiyeri içeren tüplerin 5 dk. vortekslenmesi sonrasında, örneklerin 10 µl Blood agar plaklarına 3’er adet paralel ekimleri yapılmıştır (Şekil 2.3). Kök kanallarından alınan örneklerde *C. albicans* tespiti için ise, kök kanallarından steril kağıt konlarla alınan örneklerin Sabouraud dextroz agara 3’er adet paralel ekimleri yapılmıştır (Şekil 2.3). Kültürlerin 37 °C’de 4 haftalık inkübasyonu sonrasında makroskopik olarak sayılan kolonileri CFU/ml⁻¹ olarak hesaplanarak değerlendirilmiştir. *E. faecalis* ve *C. albicans* koloni sayısı 10⁵ ve üzerinde olan örnekler çalışmaya dahil edilmiştir.



Şekil 2.3. Bek alevinde *E. faecalis* ve *C. albicans* kültür süspansiyonunun öze ile ekimi.

2.2.1.3. Çalışma Grupları

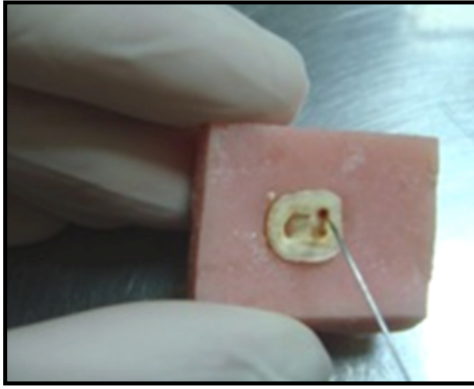
Çalışmamıza dahil edilen 54 adet süt II. azı dişinin kök kanallarına, dahil olduğu gruba göre irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemi uygulanmıştır.

Grup 1 (Kontrol Grubu)

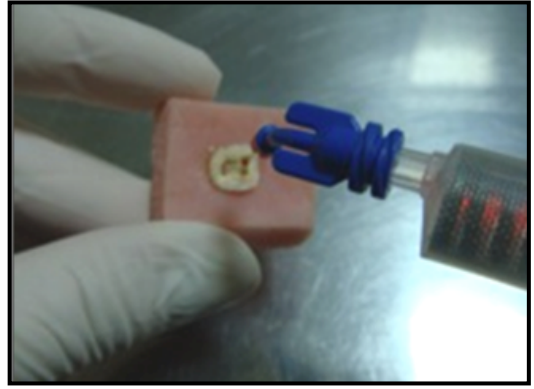
Kök kanallarının irrigasyonunda 10 ml %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu (Şekil 2.4) irrigasyon solüsyonu-bakteri temas süresi 5dk. olacak şekilde kullanılmış ve kök kanalları steril kağıt konlar ile kurulanmıştır Mikrobiyolojik kök kanal örneğinin alınabilmesi için, 2 ml steril serum fizyolojik solüsyonu kök kanalları ile temas süresi 60 s. olacak şekilde kullanılarak kök kanalları ıslatılmıştır. Bu işlemi takiben ISO-25 numara steril kağıt kon(lar) tek kök kanalına yerleştirilip 60 s. kök kanalında bekletilerek örnek alınmıştır. Kök kanalından alınan mikrobiyolojik örnek 2 ml RTF içeren test tüpüne aktarılmıştır (Şekil 2.5.a,c,d).



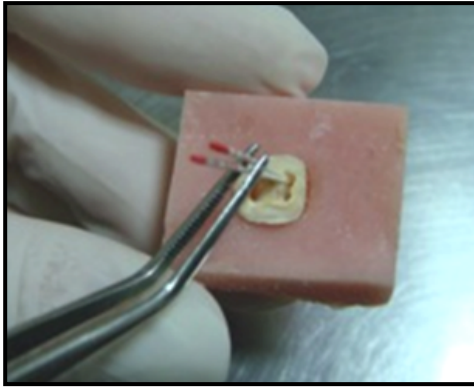
Şekil 2.4. Sodyum hipoklorit solüsyonu.



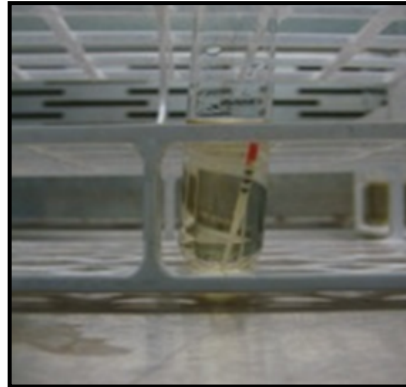
Şekil 2.5. a) Deneysel olarak enfekte edilen kök kanalının %2,5'lik sodyum hipoklorit ile irrigasyonu.



Şekil 2.5. b) OzonytronX® cihazı ile ozon gazı uygulaması.



Şekil 2.5. c) Kök kanallarından steril kağıt konlar ile örnek alınması.



Şekil 2.5. d) Steril kağıt konların RTF içeren taşıyıcı tüplere aktarılması.

Grup 2 (Deney Grubu)

Kök kanallarının irrigasyonunda 10 ml steril serum fizyolojik solüsyonu, irrigasyon solüsyonu-bakteri temas süresi 5 dk. olacak şekilde kullanılmış ve kök kanalları steril kağıt konlar ile kurulanmıştır. Bu işlemi takiben OzonyTronX[®] cihazı ile (Şekil 2.6) ozon gazı 80 s. (40 s.'lik birbirini izleyen 2 uygulama) süre ile kök kanalına uygulanmıştır (Şekil 2.5.b). Dezenfeksiyon işleminden sonra, mikrobiyolojik kök kanal örneğinin alınabilmesi için, 2 ml steril serum fizyolojik solüsyonu, kök kanalları ile temas süresi 60 s. olacak şekilde kullanılarak kök kanalları ıslatılmıştır. ISO-25 numara steril kağıt kon(lar) tek kök kanalına yerleştirilip 60 s. kök kanalında bekletilerek örnek alınmış ve 2 ml RTF içeren test tüpüne aktarılmıştır (Şekil 2.5.c, d).



Şekil 2.6. OzonyTronX[®] cihazı.

Grup 3 (Deney Grubu)

Kök kanallarının irrigasyonunda 10 ml %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu, irrigasyon solüsyonu-bakteri temas süresi 5dk. olacak şekilde kullanılmış ve kök kanalları steril kağıt konlar ile kurulanmıştır. Bu işlemi takiben OzonyTronX[®] cihazı ile (Şekil 2.6) ozon gazı 80 s. (40 s.'lik birbirini izleyen 2 uygulama) süre kök kanalına uygulanmıştır (Şekil 2.5.b). Dezenfeksiyon işleminden sonra, mikrobiyolojik kök kanal örneğinin alınabilmesi için, 2 ml steril serum fizyolojik

solüsyonu, kök kanalları ile temas süresi 60 s. olacak şekilde kullanılarak, kök kanalları ıslatılmıştır. ISO-25 numara steril kağıt kon(lar) tek kök kanalına yerleştirilip 60 s. kök kanalında bekletilerek örnek alınmış ve 2 ml RTF içeren test tüpüne aktarılmıştır (Şekil 2.5.c,d).

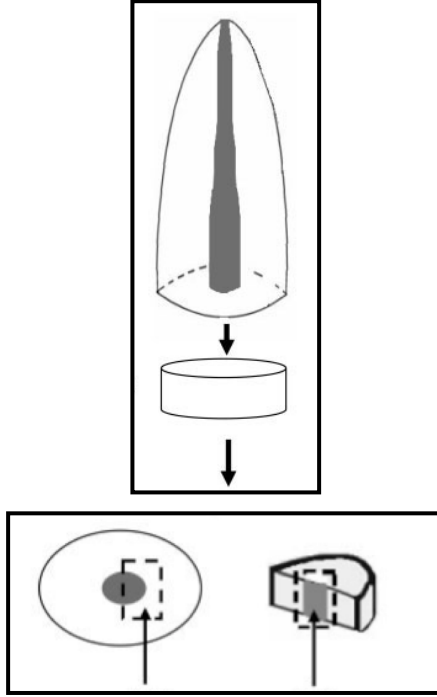
2.2.1.4. Kök Kanallarından Alınan Örneklerin Kültür Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Kök kanallarından alınan örneklerde, *E. faecalis* ve *C. albicans* mikroorganizmalarının tespiti için, mikroaerofilik koşullarda 37 °C’de 4 hafta süren inkübasyon sonrasında daha önce de anlatıldığı gibi mikroorganizmalara ait olan CFU/ml⁻¹ değerleri hesaplanmıştır. Kök kanallarından alınan örneklerde *E. faecalis* tespiti için, steril kağıt konların aktarıldığı sıvı besiyeri içeren tüplerin 5 dk. vortekslenmesi sonrasında, örneklerin 10 µl blood agar plaklarına 3’er adet paralel ekimleri yapılmıştır (Şekil 2.3). Kök kanallarından alınan örneklerde *C. albicans* tespiti için ise, kök kanallarından steril kağıt konlarla alınan örneklerin Sabouraud dextroz agara 3’er adet paralel ekimleri yapılmıştır (Şekil 2.3). Kültürlerin 37 °C’de 4 haftalık inkübasyonu sonrasında makroskopik olarak sayılan kolonileri CFU/ml⁻¹ olarak hesaplanarak değerlendirilmiştir.

2.2.2. SEM Analizi ile Yapılan Değerlendirme

Araştırmamızın bu bölümünde deneysel olarak *E. faecalis* ve *C. albicans* ile enfekte edilen süt dişi kök kanallarında mikroorganizmaların kolonizasyon oluşumu ve geleneksel irrigasyon solüsyonu olarak kullanılan sodyum hipoklorit, OzonyTronX[®] cihazı ile uygulanan ozon gazı ve her iki ajanın birlikte kullanılmasının, test mikroorganizmaları üzerindeki etkinliği SEM’de değerlendirilmiştir. Bu amaçla, araştırmanın *in vitro* bölümünde kök kanal genişletilmesi yapılan dişlerden rastgele olmak üzere 3 adet seçilmiştir. Kök kanalları genişletilen süt dişi örneklerinde kökün apikal ve koronal üçlüsü yüksek hızlı elmas separe (Diatech[®], Altstatten, İSVİÇRE)

ile kesilerek uzaklaştırılmıştır. Her diş kökünün orta üçlüsü bukkolingual yönde uzunlamasına elmas separe ile ortadan kesilerek iki parçaya ayrılmış, böylece her kökün orta üçlü bölgesinden iki adet örnek elde edilmiştir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. SEM analizi yapılan diş örneklerinin hazırlanmasını gösteren şematik diyagram (Kishen ve ark., 2006).

Elde edilen 6 adet örnek araştırmanın *in vitro* bölümünde belirtildiği gibi *E. faecalis* ve *C. albicans* ile hazırlanan kültür süspansiyonlarına daldırma yöntemi ile maruz bırakılmış ve mikroorganizma kolonizasyonu oluşumu için 37 °C'lık etüve yerleştirilmiş ve 4 hafta süresince haftada bir besiyeri değiştirilerek inkübe edilmiştir.

Dört haftanın sonunda, oluşan mikroorganizma kolonizasyonunun tespit edilebilmesi için örneklerden rastgele 3 tanesi seçilerek SEM ile görüntülenmiştir. Kolonizasyonun tespit edilmesinden sonra irrigasyon ve dezenfeksiyon sistemlerinin etkinliğini görüntüleyebilmek için, diğer 3 örneğe, daha önce belirtilen çalışma gruplarına göre uygun irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemleri uygulanarak SEM ile incelenmiştir.

2.2.2.1. Örneklerin SEM Analizi İçin Hazırlanması

Örnekler, görüntüleme öncesinde %4'lük gluteraldehit içerisinde 3 saat 4 °C'de bekletilerek fikse edilmiştir. Daha sonra artan konsantrasyonlardaki (%40, %50, %70, %80, %90, %100) etanol solüsyonlarında bekletilerek dehidratasyona maruz bırakılmıştır. Dehidrate edilen örnekler oda ısısında kurutulduktan sonra 15nm kalınlığında altın-palladyum ile kaplanmış ve SEM ile incelenmiştir. Görüntüleme işlemi Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji Anabilim Dalı'nda bulunan Leo/Zeiss 438 VP marka (FEI® Company, Eindhoven, NETHERLANDS) SEM cihazında yapılmıştır.

2.3. Araştırmanın *in vivo* Bölümü

Araştırmamızın *in vitro* bölümü ile paralel olarak gerçekleştirilen *in vivo* bölümünde, geleneksel irrigasyon solüsyonu olarak kullanılan sodyum hipoklorit, OzonyTronX® cihazı ile uygulanan ozon gazı ve her iki ajanın birlikte kullanılmasının, inatçı enfeksiyonun oluşumundan sorumlu olduğu bilinen *E. faecalis* ve *C. albicans* mikroorganizmaları üzerindeki etkinliğini incelediğimiz araştırmamıza başlamadan önce çalışma gruplarının sayılarını tespit etmek amacıyla “Power Analiz” yapılmıştır. Bu analizin sonuçları doğrultusunda (%5 yanılma düzeyi, %70 güç ve %50 etki büyüklüğü) Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Kliniği'ne başvuran ve ASA (American Society of Anesthesiologists) sınıflandırmasına göre sağlıklı olarak sınıflandırılan ASA sınıf 1 sağlıklı, yaşları 5-10 aralığında olan toplam 36 çocuk hastaya ait 36 adet alt çene süt II. azı dişi klinik ve radyografik muayenelerinin tamamlanmasını takiben çalışma kapsamına alınmıştır. Hastaların ilgili dişi dışındaki tüm tedavi gereksinimleri tarafımızdan gerçekleştirilmiştir.

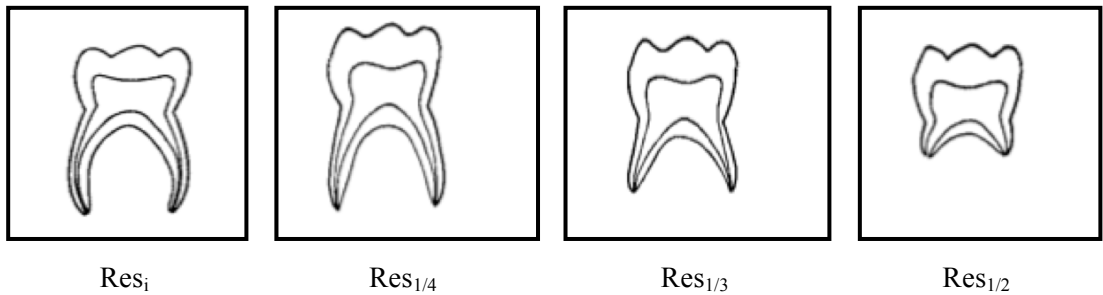
2.3.1. Hasta Seçim Kriterleri

Alınan anamnez ve yapılan klinik muayene sonucunda en az 3 aydır antibiyotik kullanmamış olan çocuk hastalarda;

- Perküsyon ve palpasyona hassasiyet gösteren,
- Apse veya fistül oluşumu olmayan,
- Vestibül sulkusta doluluk veya lenf adenopati olmayan,
- Patolojik ve fizyolojik mobilitesi bulunmayan,
- Paslanmaz çelik kordon (PÇK) ile restore edilebilir durumda olan dişler çalışma kapsamına alınmıştır.

Radyografik muayenede ise;

- Süt dişinin altında sürekli diş jermi mevcut ve konumu normal olan,
- Fanning (1962), kök rezorpsiyon skalasına göre kök rezorpsiyonları Res_i veya $Res_{1/4}$ skoru sergileyen; (Res_i : Kök rezorpsiyonu radyografik olarak başlamamış, $Res_{1/4}$: Kök rezorpsiyonu radyografik olarak henüz başlamış) (Şekil 2.8).
- Sürekli diş folikülünü içeren kök çevresi dokularda radyolüsentlik olmayan,
- Yetersiz kemik desteği ve/veya patolojik dış veya iç kök rezorpsiyonu göstermeyen,
- Kökler arası/periapikal bölgede lezyon bulunan dişler çalışma kapsamına alınmıştır.



Şekil 2.8. Alt çene süt azı dişleri için kök rezorpsiyon aşamaları (Fanning, 1962).

Yukarıda belirtilen klinik ve radyografik kriterlerden bir ya da daha fazlasını gösteren 36 adet alt çene süt II. azı dişi çalışmaya dahil edilmiştir.

Bu kriterlere uygun olmayan ve lastik örtü takılması mümkün olmayan dişler ile tedavi sürecine uyum göstermeyen hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Bahsedilen kriterlere sahip olan 36 adet alt çene süt II. azı dişi, araştırmanın amacına uygun olarak oluşturulan 3 farklı gruba rastgele olmak üzere dahil edilmiştir.

Grup 1: İrrigasyon ajanı olarak %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu kullanılan kontrol grubu.

Grup 2: İrrigasyon ajanı olarak steril serum fizyolojik solüsyonu ve dezenfeksiyon için OzonyTronX® ile 80 s. ozon gazı uygulanan deney grubu.

Grup 3: İrrigasyon ajanı olarak %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu ve dezenfeksiyon için OzonyTronX® ile 80 s. ozon gazı uygulanan deney grubu.

2.3.2. Klinik İşlemler

Çalışmaya dahil edilen dişlerin kök kanal boyunun ölçümü, çalışma öncesinde standart paralel teknik ile fosfor plak sensörlü bir sistem (Digora® Soredex, Soredex Medical Systems, Helsinki, Finland) kullanılarak direkt dijital görüntüleme tekniği ile elde edilmiştir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Çalışmaya dahil edilen dişlerin kök kanal boyunun dijital görüntüleme tekniği ile hesaplanması.

Kanal boyunun hesaplanmasını takiben tedavi edilen dişler üzerinde bulunan eklentiler pomza ve kıl fırça yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Mandibular bölgesel

anestezi yapıp, dişin lastik örtü ile izole edilmesini takiben (Şekil 2.10.a) operasyon alanı (diş kuronu, ilgili dişin çevresindeki lastik örtü ve klemp) %0,12'lik klorheksidin glukonat (CHX) (KlorhexTM, Drogan, TÜRKİYE) ile silinmiş ve daha sonra Möller ve ark. (1966) tarafından tanımlanan yöntem ile, ilk önce %3'lük hidrojen peroksit (H₂O₂) (Carlo Erba, TÜRKİYE), daha sonra %5,25'lik sodyum hipoklorit (WizardTM, İstanbul, TÜRKİYE) ile 1'er dakika silinerek dezenfekte edilmiştir. Diş yüzeyinde kalan sodyum hipoklorit artıkları, %5'lik sodyum tiyosülfat (Na₂O₃S₂) (HT1005, Sigma-Aldrich Chemie GmbH) ile diş yüzeyinin silinmesiyle inaktive edilmiş ve son yıkama olarak steril serum fizyolojik (UlagayTM, İstanbul, TÜRKİYE) solüsyonu kullanılmıştır. Steril serum fizyolojik solüsyonu ve steril tungsten karbid frez kullanılarak çürük dokunun kaldırılmasını takiben operasyon alanı steril serum fizyolojik ile tekrar yıkanarak debrisler kaviteden uzaklaştırılmış ve steril bir elmas frezle giriş kavitesi açılmıştır (Şekil 2.10.b).



Şekil 2.10. a) Lastik örtü ile izolasyonun yapılması.



Şekil 2.10. b) Kök kanal giriş kavitesinin açılması.

Çalışmaya dahil edilen dişlerden örnek alma işlemi tek kanaldan ve tek araştırmacı tarafından ve 2 farklı aşamada alınmıştır. Mikrobiyolojik örnekler alt çene süt azı dişlerinde en geniş kanal olan distal kanaldan ve diğer kanalların ağzı steril pamuk peletlerle kapatıldıktan sonra alınmıştır.

Kök kanalı giriş kavitesi açıldıktan sonra, pulpa kök kanalından çıkarılmıştır. Kök kanalından ilk örnek alınmadan önce kanal kuru ise 0,5 ml steril serum fizyolojik ile kök kanalı ıslatılmıştır. Daha önceden steril edilmiş olan kağıt konların, kanal çapına

uygun ve radyografik apekten 1-2 mm kısa ya da fizyolojik kök rezorbsiyonu sınırında olacak şekilde kanala yerleştirilip, 60 s. kanalda bekletilmesi suretiyle ilk örnek alınmış ve 2 ml RTF içeren steril test tüplerine aktarılarak (Şekil 2.11), Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'ndaki laboratuvara 2 saat içerisinde ulaştırılmıştır.



Şekil 2.11. Kök kanallarından steril kağıt konlar ile alınan örneğin RTF içeren steril test tüpüne yerleştirilmesi.

Kanal boyu hesaplaması, ağız-içi hazırlık ve kök kanalından ilk örneğin alınması tüm gruplar için aynı şekilde ve aynı steril koşullar altında gerçekleştirilmiştir.

2.3.3. Çalışma Grupları

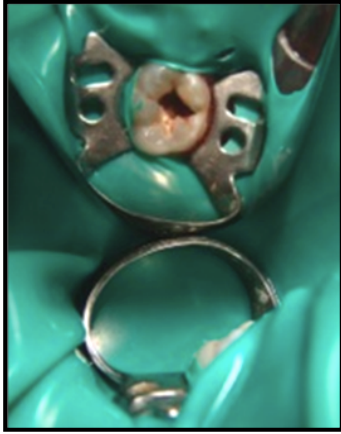
Grup 1 (Kontrol Grubu)

Kök kanallarından I. örneğin alınmasının ardından, K-tipi eğe (Golden Star Medical Co., Ltd., Guangdong, CHINA) ile ISO-30'a kadar standart kök kanal preparasyonu, 10 ml %2,5'lik sodyum hipoklorit irrigasyon solüsyonu kullanılarak yapılmıştır. Kök kanallarının steril kağıt konlar ile kurutulmasını takiben son yıkama olarak, 2 ml steril serum fizyolojik solüsyonu, kök kanalı ile temas süresi 60 s. olacak şekilde kullanılmıştır. Son yıkamadan hemen sonra, kök kanalına yerleştirilen steril kağıt konlar 60 s. bekletilmiş ve elde edilen II. örnekler taşıyıcı tüplere aktarılmıştır. Kök kanallarının steril kağıt konlar yardımıyla kurutulmasından sonra, kalsiyum hidroksit

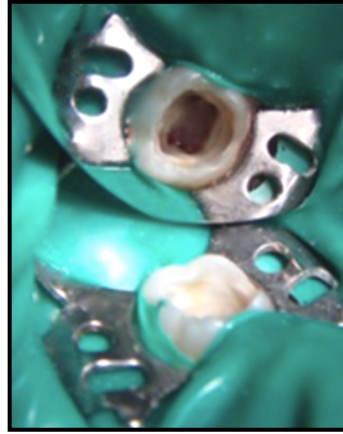
(Ca(OH)₂) esaslı dolgu materyali (Tg-Pex™, Technical and General Ltd., London, ENGLAND) ile kök kanal dolgusu tamamlanmış ve dişler paslanmaz çelik kuron ile restore edilmiştir (Şekil 2.12.a-g).



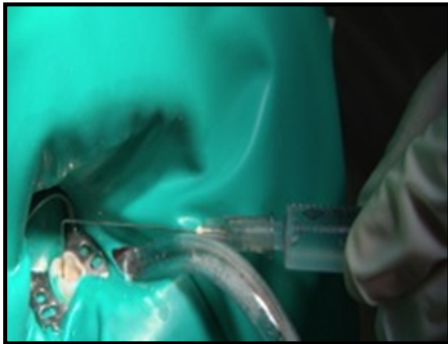
Şekil 2.12. a) Grup 1'e ait enfekte süt II. azı dişinin dijital görüntüleme tekniği ile tedavi öncesinde kök kanal boyunun belirlenmesi.



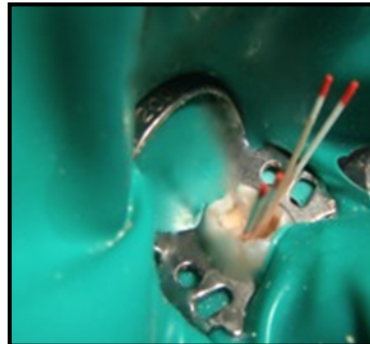
Şekil 2.12. b) Grup 1'e ait bir olguda lastik örtü ile izolasyonun yapılması.



Şekil 2.12. c) Grup 1'e ait bir olguda kök kanal giriş kavitesinin açılması.



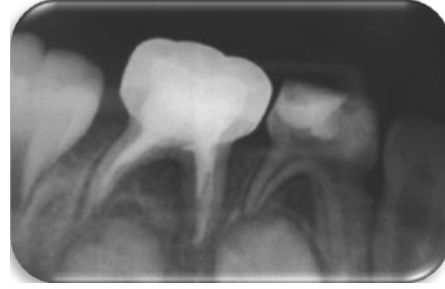
Şekil 2.12. d) Grup 1'e ait bir olguda %2,5'lik sodyum hipoklorit ile irrigasyonun yapılması



Şekil 2.12. e) Grup 1'e ait bir olguda kök kanalından mikrobiyolojik örneğin alınması.



Şekil 2.12. f) Grup 1'e ait bir olguda PÇK ile daimi restorasyonun tamamlanması.



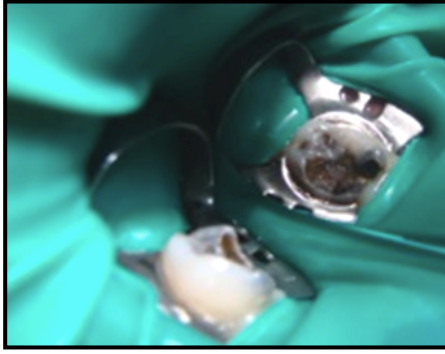
Şekil 2.12. g) Grup 1'e ait bir olguda tedavi sonrası alınan periapikal radyografi.

Grup 2 (Deney Grubu)

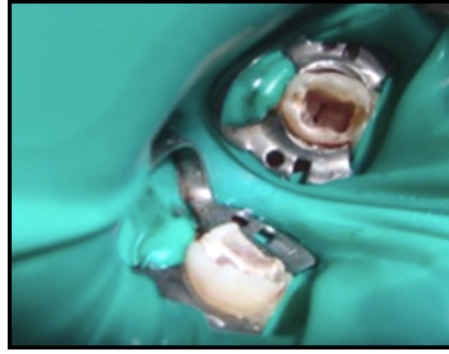
Daha önce de belirtildiği gibi aseptik koşullar altında kök kanalı giriş kavitesinin açılmasını takiben steril kağıt konların 60 s. süre kanalda bekletilmesi ile I. örnek alınmış ve steril kağıt konlar taşıyıcı tüplere aktarılmıştır. Daha sonra K-tipi eğe ile ISO-30'a kadar standart kök kanal preparasyonu, 10 ml %0,9'luk steril serum fizyolojik irrigasyon solüsyonu kullanılarak yapılmıştır. Kemomekanik preparasyonu takiben kök kanalları steril kağıt konlar ile kurutularak, ozon gazı 80 s. süre ile uygulanmıştır. Kök kanallarının 2 ml %0,9'luk steril serum fizyolojik solüsyonu ile 60 s. süren irrigasyonunu takiben steril kağıt konlar ile II. örnek alınıp, kağıt kon(lar) taşıyıcı tüplere aktarılmıştır. Irrigasyon işleminden sonra kök kanalı steril kağıt konlar yardımıyla kurutulmuş ve Ca(OH)_2 esaslı dolgu materyali ile kök kanal dolgusu tamamlanarak, dişler paslanmaz çelik kuron ile restore edilmiştir (Şekil 2.13. a-h).



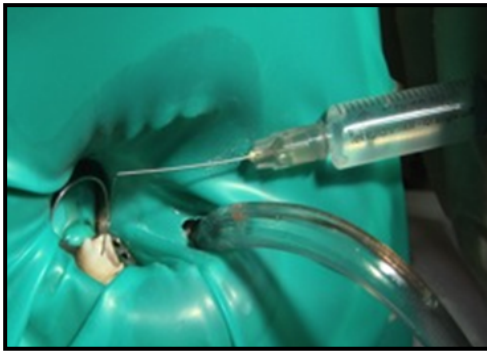
Şekil 2.13. a) Grup 2'ye ait bir olguda enfekte süt II. azı dişinin dijital görüntüleme tekniği ile tedavi öncesinde kök kanal boyunun belirlenmesi.



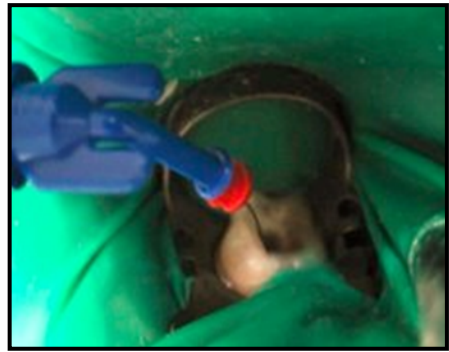
Şekil 2.13. b) Grup 2'ye ait bir olguda lastik örtü ile izolasyonun yapılması.



Şekil 2.13. c) Grup 2'ye ait bir olguda kök kanal giriş kavitesinin açılması.



Şekil 2.13. d) Grup 2'ye ait bir olguda steril serum fizyolojik ile irrigasyonun yapılması.



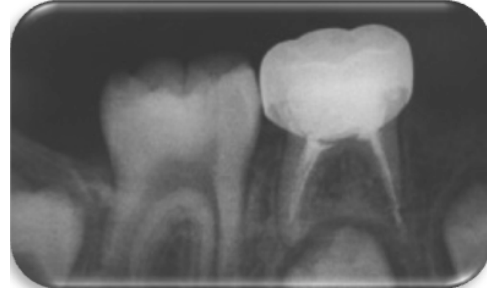
Şekil 2.13. e) Grup 2'ye ait bir olguda kök kanallarına ozon gazı uygulaması.



Şekil 2.13. f) Grup 2'ye ait bir olguda kök kanalından mikrobiyolojik örneğin alınması.



Şekil 2.13. g) Grup 2'ye ait bir olguda PÇK ile daimi restorasyonun tamamlanması.



Şekil 2.13. h) Grup 2'ye ait bir olguda tedavi sonrası alınan periapikal radyografi.

Grup 3 (Deney Grubu)

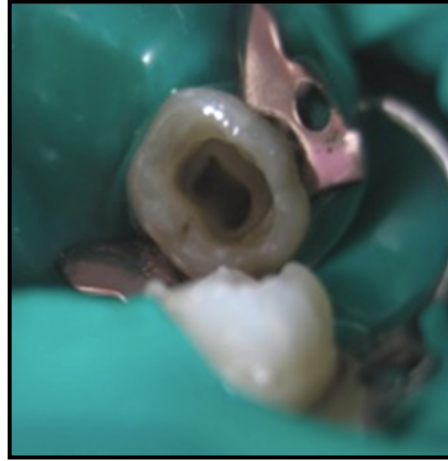
Daha önce belirtildiği gibi aseptik koşullarda kök kanalı giriş kavitesinin açılmasını takiben steril kağıt konların 60 s. süre kanalda bekletilmesi ile I. örnek alınarak, kağıt konlar taşıyıcı tüplere aktarılmıştır. K-tipi ege ile ISO-30 numaraya kadar yapılan standart kanal preparasyonu sırasında, 10 ml %2,5'lik sodyum hipoklorit, irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmıştır. Kemomekanik preparasyonu takiben kök kanalları steril kağıt konlar ile kurulanarak dezenfeksiyon için ozon gazı 80 s. süre ile uygulanmıştır. Kök kanallarının 2 ml %0,9'luk steril serum fizyolojik solüsyonu ile 60 s. süren irrigasyonunu takiben steril kağıt konlar ile II. örnek alınarak taşıyıcı tüplere aktarılmıştır. Kök kanalı steril kağıt konlar yardımıyla kurutulduktan sonra, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ esaslı dolgu materyali ile kök kanal dolgusu tamamlanmış ve dişler paslanmaz çelik kuron ile restore edilmiştir (Şekil 2.14.a-h).



Şekil 2.14. a) Grup 3'e ait bir olguda enfekte süt II. azı dişinin dijital görüntüleme tekniği ile tedavi öncesinde kök kanal boyunun belirlenmesi.



Şekil 2.14. b) Grup 3'e ait bir olguda lastik örtü ile izolasyonun yapılması.



Şekil 2.14. c) Grup 3'e ait bir olguda kök kanal giriş kavitesinin açılması.



Şekil 2.14. d) Grup 3'e ait bir olguda %2,5'lik sodyum hipoklorit ile irrigasyonun yapılması.



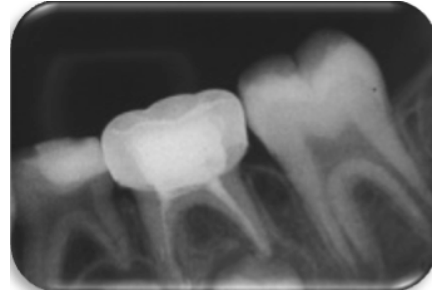
Şekil 2.14. e) Grup 3'e ait bir olguda kök kanallarına ozon gazı uygulaması.



Şekil 2.14. f) Grup 3'e ait bir olguda kök kanalından mikrobiyolojik örneğin alınması.



Şekil 2.14. g) Grup 3'e ait bir olguda olguda PÇK ile daimi restorasyonun tamamlanması.



Şekil 2.14. h) Grup 3'e ait bir tedavi sonrası alınan periapikal radyografi.

2.3.4. Kök Kanallarından Alınan Örneklerin Kültür Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Tüm gruplardan RTF içerisine alınan örneklerde *E. faecalis* varlığının tespit edilebilmesi için, tampon solüsyon (PBS) içerisinde on katlı (10^1 , 10^2) dilüsyonları sonrası MacConcey agara 3'er adet paralel ekimleri yapılmıştır. Mikroorganizmanın identifikasyonu, enterobakteriler için standart olan API kiti ile yapılmış ve örneklerde yer alan canlı mikroorganizma değerleri, kültürlerin 37 °C'de, mikroaerofilik koşullarda (Anaerocult C) ve 48 saat süren inkübasyonu sonrasında makroskopik olarak değerlendirilerek, kolonileri CFU/ml⁻¹ cinsinden hesaplanmıştır (Arendorf & Walker 1979).

Tüm gruplardan RTF içerisine alınan örneklerde *Candida* kolonizasyonunun tespit edilebilmesi için, tampon solüsyon (PBS) içerisinde on katlı (10^1 , 10^2) dilüsyonları sonrası Sabouraud dextroz agara 3'er adet paralel ekimleri yapılmıştır. Mikroorganizmanın identifikasyonu için, gram boyama ile germ tüp testi ve API identifikasyon kiti kullanılmıştır. Kültürlerin 37 °C'de, 48 saat süren inkübasyonu sonrasında canlı mikroorganizma değerleri, makroskopik olarak sayılarak, kolonileri CFU/ml⁻¹ cinsinden hesaplanmıştır (Arendorf & Walker 1979).

2.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızdan elde edilen verilerin analizi “Statistical Package for the Social Sciences” yazılımı (SPSS 11.5 for Windows, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) kullanılarak yapılmıştır.

Sürekli ölçümlü değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Shapiro Wilk testi, varyansların homojenliği ise Levene testi ile araştırılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde gösterilmiştir.

- Çalışmamızın hem *in vivo* hem de *in vitro* bölümünde, kullanılan irrigasyon ajanının etkinliği grup içi karşılaştırma için, irrigasyon öncesi ve sonrası verileri kullanılarak “Wilcoxon Sıralı İşaret Testi” ile değerlendirilmiştir.
- Çalışmamızın hem *in vivo* hem de *in vitro* bölümünde gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olup olmadığı uygulama öncesi ve sonrasında elde edilen mikrobiyolojik verilere ayrı ayrı “Kruskal-Wallis Testi” yapılarak değerlendirilmiştir. Kruskal Wallis test istatistiği sonucunda anlamlı farkın bulunması halinde Conover’in parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak farka neden olan durumlar tespit edilmiştir.
- $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Enfekte süt dişi kök kanal dezenfeksiyonunda kullanılan ozon gazının, *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerindeki etkinliğinin, geleneksel irrigasyon ajanı olan sodyum hipoklorit solüsyonu ile *in vitro* ve *in vivo* koşullarda karşılaştırmalı olarak değerlendirdiğimiz çalışmamızda;

➤ *in vitro* koşullarda;

1. *E. faecalis* ve *C. albicans* ile enfekte edilen kök kanallarından alınan *I. mikrobiyolojik örnekler* ile her iki mikroorganizmanın miktarları belirlenerek kontaminasyonun kontrolü,
2. Irrigasyon ve dezenfeksiyondan sonra alınan *II. mikrobiyolojik örnekler* ile kullanılan ajanların etkinliğinin değerlendirilebilmesi için, canlı kalan mikroorganizma miktarları,
3. Her iki mikroorganizmanın başlangıç değerlerine göre azalma miktarları, grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalı olarak,
4. SEM analizi ile *E. faecalis* ve *C. albicans* ile enfekte edilen örneklerde oluşturulan mikroorganizma kolonizasyonu ve irrigasyon-dezenfeksiyon sistemlerinin etkinliği görüntülenerek değerlendirilmiştir.

➤ *in vivo* koşullarda;

1. Irrigasyon ve dezenfeksiyon aşamasından önce alınan *I. mikrobiyolojik örnekler* ile birincil kök kanal enfeksiyonlu dişlerde bulunan başlangıç *E. faecalis* ve *C. albicans* miktarları,
2. Irrigasyon ve dezenfeksiyondan sonra alınan *II. mikrobiyolojik örnekler* ile kök kanalında canlı kalan mikroorganizma sayıları,
3. Her iki mikroorganizmanın başlangıç değerlerine göre azalma miktarları, grup içi ve gruplar arası olmak üzere karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

- *in vivo* ve *in vitro* sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

3.1. Araştırmanın *in vitro* Bölümünden Elde Edilen Mikrobiyolojik Bulgular

3.1.1. Kültür Yöntemi ile Elde Edilen Bulgular

Deneysel olarak, $1,5 \times 10^8$ CFU/ml⁻¹ *E. faecalis* ve *C. albicans* ile enfekte edilen 54 adet çekilmiş süt dişinin kök kanallarından kontaminasyonun kontrolü amacı ile alınan *I. mikrobiyolojik örnekler* ile her iki mikroorganizmaya ait miktarlar CFU/ml⁻¹ cinsinden hesaplanmıştır. Kontrol örneklerine ait tanımlayıcı istatistik değerleri Log CFU cinsinden değerlendirilerek Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneysel olarak enfekte edilen dişlerden kontrol amacıyla alınan mikrobiyolojik örneklere ait tanımlayıcı verilerin Log CFU cinsinden değerleri.

Değişkenler	N	Mean	Median	Min.	Max.	Std. Dev
<i>C. albicans</i> I. örnek						
Grup 1 (%2,5 sodyum hipoklorit)	18	7,4375	7,306	5,293	9,46	0,21784
Grup 2 (ozon gazı uygulaması)	18	7,7592	7,546	6,203	9,64	0,54773
Grup 3 (%2,5 sodyum hipoklorit ve ozon gazı uygulaması)	18	7,2614	7,220	5,102	9,22	0,28507
<i>E. faecalis</i> I. örnek						
Grup 1 (%2,5 sodyum hipoklorit)	18	7,4350	7,327	5,201	9,40	0,23110
Grup 2 (ozon gazı uygulaması)	18	7,7533	7,487	6,564	9,72	0,59024
Grup 3 (%2,5 sodyum hipoklorit ve ozon gazı uygulaması)	18	7,5417	7,312	5,123	9,20	0,22488

Laboratuvar koşullarında aynı oranda *E. faecalis* ve *C. albicans* süspansiyonuna maruz kalan her üç gruptan alınan kontrol örneklerinden elde edilen mikrobiyolojik

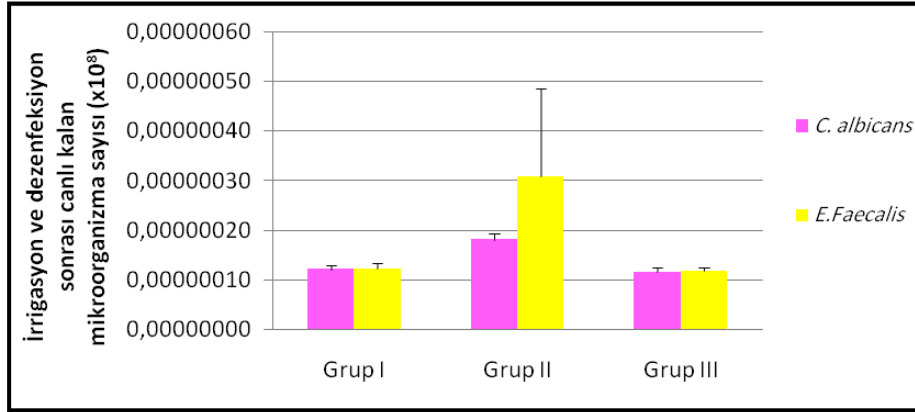
verilere uygulanan Kruskal-Wallis analiz testine göre, grupların mikroorganizma sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Deneysel olarak enfekte edilen kök kanallarının daha önce belirtilen çalışma gruplarına göre uygulanan irrigasyon ve dezenfeksiyonundan sonra alınan *II. mikrobiyolojik örnek* ile kök kanallarında canlı kalan *E. faecalis* ve *C. albicans* miktarları CFU/ml⁻¹ cinsinden hesaplanmıştır. Irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemleri sonrasında kök kanallarından alınan *II. mikrobiyolojik örnek*lere ait tanımlayıcı istatistik değerleri Log CFU cinsinden değerlendirilerek Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Kök kanallarından irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemi sonrasında alınan mikrobiyolojik verilerin Log CFU cinsinden değerleri.

Değişkenler	N	Mean	Median	Min.	Max.	Std. Dev
<i>C. albicans</i> II. örnek						
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	18	,015672	,018500	,0130	,0240	,014767
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	18	,038167	,053500	,0200	,0870	,026351
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve ozon gazı uygulaması)	18	,014591	,017000	,0100	,0240	,015028
<i>E. faecalis</i> II. örnek						
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	18	,020555	,032500	,0140	,0310	,013647
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	18	,045390	,093000	,0230	,1600	,023376
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve Ozon gazı uygulaması)	18	,015500	,026500	,0140	0,390	,012908

Hem *E. faecalis* hem de *C. albicans* için, irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemleri sonrasında, kök kanallarında canlı kalan mikroorganizma miktarlarının gruplara göre dağılımları değerlendirilmiştir (Şekil 3.1). Ozon gazı uygulanan grupta (G2) canlı kalan mikroorganizma değeri, diğer gruplara göre sayısal olarak yüksek bulunmuş ve her iki mikroorganizma için de istatistiksel olarak anlamlı farklılığa neden olmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 3.3).



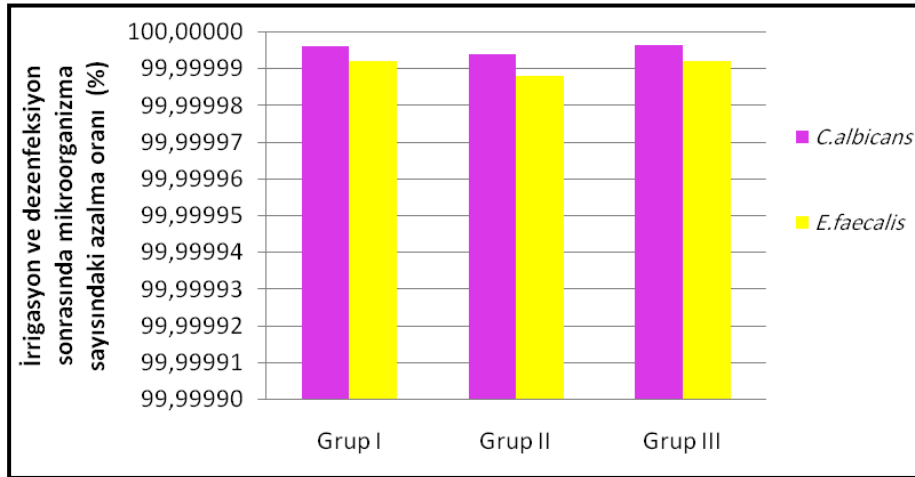
Şekil 3.1. Deneysel olarak enfekte edilen kök kanallarında irrigasyon ve dezenfeksiyondan sonra alınan II. mikrobiyolojik örnek ile izole edilen *E. faecalis* ve *C. albicans* miktarlarının gruplara göre dağılımı.

Çizelge 3.3. Deneysel olarak enfekte edilen kök kanallarında irrigasyon ve dezenfeksiyon sonrası canlı kalan *C. albicans* ve *E. faecalis* miktarlarının (CFU/ml⁻¹) gruplara göre dağılımı.

Değişkenler	<i>C. albicans</i>	<i>E. faecalis</i>
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	0,00000012x10 ⁸ (0,00000002x10 ⁸) ^A	0,00000012x10 ⁸ (0,00000002x10 ⁸) ^A
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	0,00000018x10 ⁸ (0,00000013x10 ⁸) ^B	0,00000031x10 ⁸ (0,00000018x10 ⁸) ^B
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve Ozon gazı uygulaması)	0,00000012x10 ⁸ (0,00000002x10 ⁸) ^A	0,00000012x10 ⁸ (0,00000002x10 ⁸) ^A
p-değeri [‡]	<0,001	<0,001

*Aynı kolon içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05).

Kullanılan irrigasyon ajanının etkinliğinin belirlenebilmesi için; her iki mikroorganizma türü için başlangıç miktarına göre, irrigasyondan sonra meydana gelen azalmanın değeri yüzdesel olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. *E. faecalis* ve *C. albicans* miktarındaki azalma değerlerinin (%) gruplara göre dağılımı.

Başlangıç miktarına göre hem *E. faecalis* hem de *C. albicans* miktarında meydana gelen azalma, grup içi ve gruplar arasında olmak üzere karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve azalmanın tüm gruplar için istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. İrrigasyon ve dezenfeksiyon sonrası *C. albicans* ve *E. faecalis* miktarındaki yüzdesel azalma değerlerinin gruplara göre dağılımı.

Gruplar	<i>C. albicans</i>	<i>E. faecalis</i>	p-değeri [†]
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	99,999996 (0,000000) ^A	99,999992 (0,000001) ^A	<0,001
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	99,999994 (0,000001) ^B	99,999988 (0,000023) ^B	<0,001
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve Ozon gazı uygulaması)	99,999996 (0,000000) ^A	99,999992 (0,000001) ^A	<0,001
p-değeri [‡]	<0,001	<0,001	

* Aynı kolon içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$).

Her iki mikroorganizmanın azalma yüzdeleri arasındaki fark gruplar arası değerlendirildiğinde;

- *C. albicans* için;
 - i. Sadece sodyum hipoklorit uygulanan grupta (G1) görülen mikroorganizma sayısındaki azalma, sadece ozon gazının uygulandığı

gruptan (G2) daha fazladır ve her iki grup arasında görülen bu farklılık, istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$).

- ii. Sadece ozon gazının uygulandığı grupta (G2) mikroorganizma sayısında görülen azalma miktarı, sodyum hipoklorit ve ozon gazının birlikte uygulandığı gruba (G3) göre daha düşüktür ve her iki grup arasında görülen bu farklılık, istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$).
- iii. Grup 1 ve Grup 3’de görülen *C. albicans* miktarındaki azalma ise, her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa yol açmamıştır (Çizelge 3.4).

- *E. faecalis* için;

- i. Sadece sodyum hipoklorit uygulanan grupta (G1) görülen mikroorganizma sayısındaki azalma, sadece ozon gazının uygulandığı gruptan (G2) daha fazladır ve her iki grup arasında görülen bu farklılık, istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$).
- ii. Sadece ozon gazının uygulandığı grupta (G2) mikroorganizma sayısında görülen azalma miktarı, sodyum hipoklorit ve ozon gazının birlikte uygulandığı gruba (G3) göre daha düşüktür ve her iki grup arasında görülen bu farklılık, istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$).
- iii. Grup 1 ve Grup 3’de görülen *E. faecalis* miktarındaki azalma ise, her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa yol açmamıştır (Çizelge 3.4).

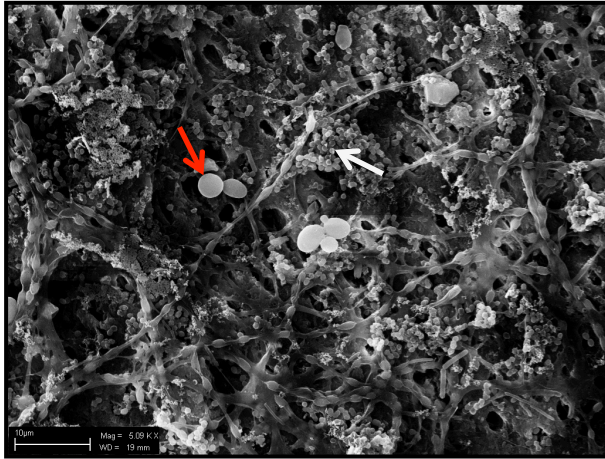
Her iki mikroorganizmanın azalma yüzdeleri arasındaki fark grup içi değerlendirildiğinde (Şekil 3.2);

- İrrigasyon ajanı olarak sadece sodyum hipokloritin kullanıldığı grupta (G1); her iki mikroorganizma için meydana gelen azalma başlangıç değerine göre anlamlı iken, *C. albicans* miktarında daha fazla azalma görülmüştür ($p<0,001$).
- İrrigasyon ajanı olarak ozon gazının kullanıldığı grupta (G2); her iki mikroorganizma için meydana gelen azalma başlangıç değerine göre anlamlı iken, *C. albicans* miktarında daha fazla azalma görülmüştür ($p<0,001$).

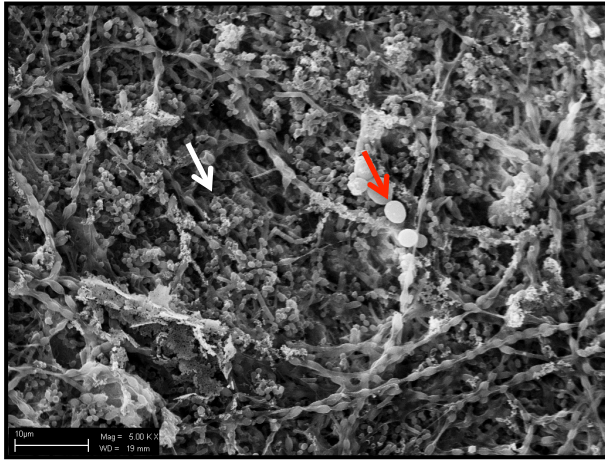
- İrrigasyon ajanı olarak sodyum hipoklorit ve ozon gazının birlikte kullanıldığı grupta (G3); her iki mikroorganizma için meydana gelen azalma, başlangıç değerine göre anlamlı iken, *C. albicans* miktarında daha fazla azalma görülmüştür ($p<0,001$).

3.1.2. SEM Analizi ile Elde Edilen Bulgular

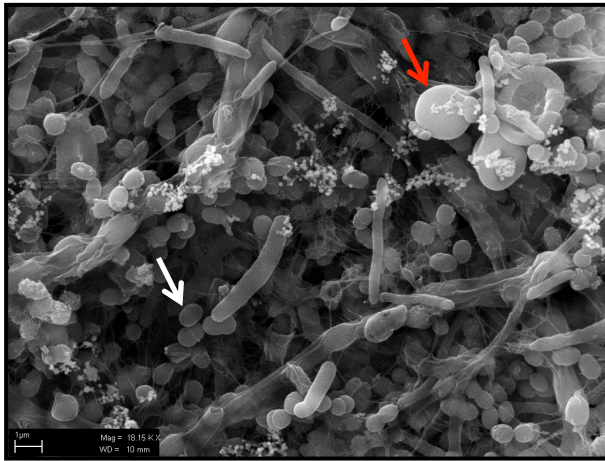
Deneysel olarak enfekte edilen örneklerde irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemlerinden önce yapılan SEM analizinde; tüm örneklerin kök kanal duvarının, içerisinde *E. faecalis* ve *C. albicans* mikroorganizmalarının bulunduğu düzensiz bir tabaka ile kaplı olduğu görülmektedir (Şekil 3.3; 3.4; 3.5; 3.6).



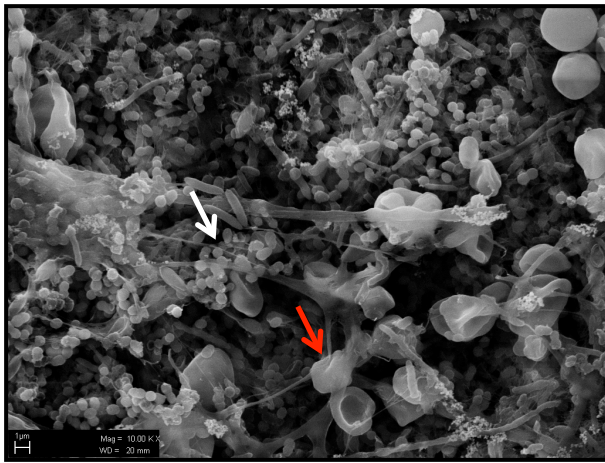
Şekil 3.3. Deneysel olarak enfekte edilen süt dişi kök kanal duvarındaki *E. faecalis* (beyaz ok) ve *C. albicans* (kırmızı ok) kolonizasyonunun 5000X büyütmedeki görüntüsü.



Şekil 3.4. Deneysel olarak enfekte edilen süt dişi kök kanal duvarındaki *E. faecalis* (beyaz ok) ve *C. albicans* (kırmızı ok) kolonizasyonunun 5000X büyütmedeki görüntüsü.

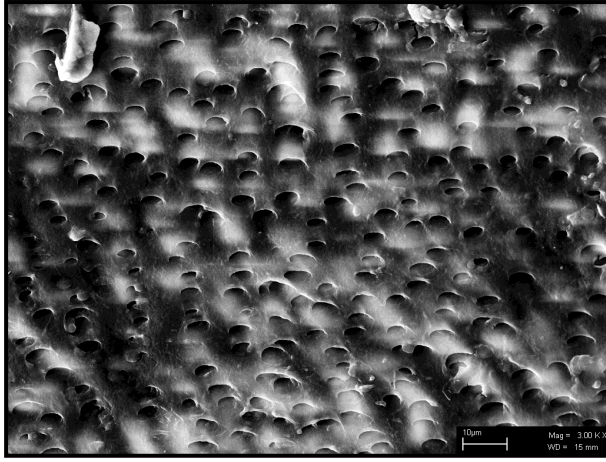


Şekil 3.5. Deneysel olarak enfekte edilen süt dişi kök kanal duvarındaki *E. faecalis* (beyaz ok) ve *C. albicans* (kırmızı ok) kolonizasyonunun 10000X büyütmedeki görüntüsü.

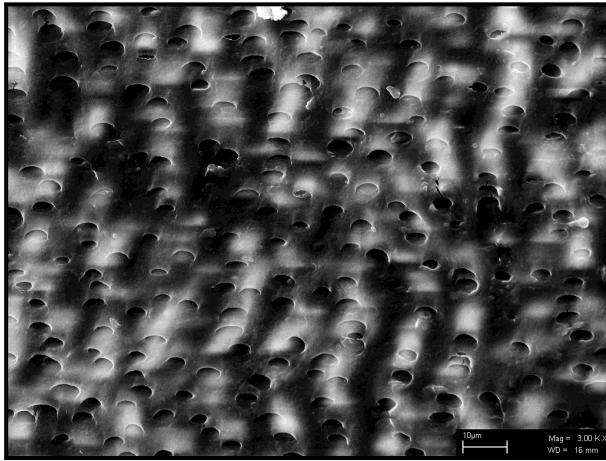


Şekil 3.6. Deneysel olarak enfekte edilen süt dişi kök kanal duvarındaki *E. faecalis* (beyaz ok) ve *C. albicans* (kırmızı ok) kolonizasyonunun 10000X büyütmedeki görüntüsü.

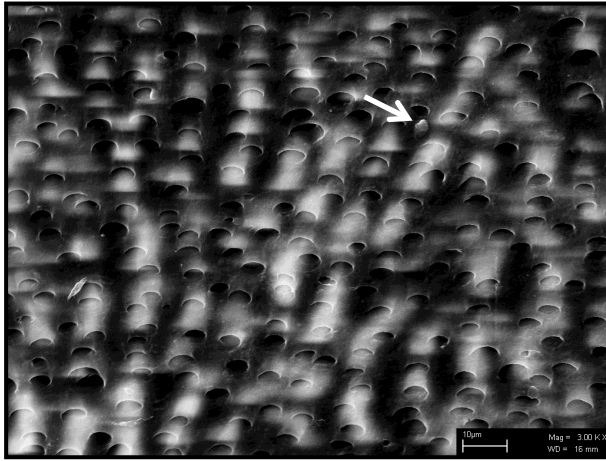
Kök kanalı irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemlerinin uygulanmasından sonra, sadece sodyum hipoklorit solüsyonu uygulanan grup (G1) ve sodyum hipoklorit solüsyonu ile ozon gazının birlikte uygulandığı grupta (G3) kök kanal duvarında mikroorganizma tespit edilememiştir (Şekil 3.7; 3.8). Sadece ozon gazının uygulandığı gruba (G2) ait SEM görüntüsünde yüzeydeki mikrobiyal tabakanın bozulduğu ve tübül ağzlarında tek tek birkaç mikroorganizma varlığı görülmektedir (Şekil 3.9.a,b).



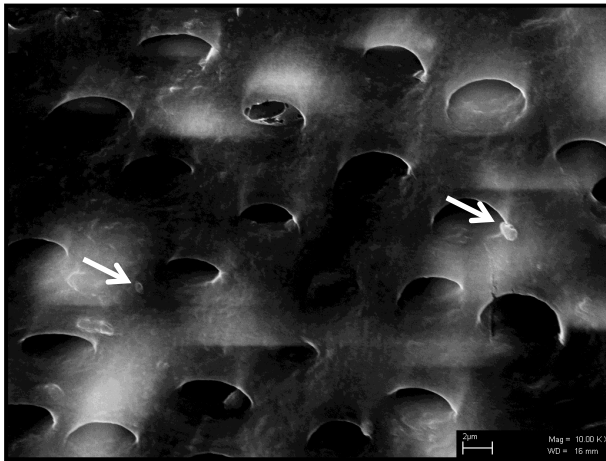
Şekil 3.7. %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu ile irrigasyon yapılan gruptan bir örneğe ait 3000X büyütmedeki SEM görüntüsü.



Şekil 3.8. %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu ve ozon gazının birlikte uygulandığı gruptan bir örneğe ait 3000X büyütmedeki SEM görüntüsü.



Şekil 3.9. a) Ozon gazı uygulanan gruptan bir örneğe ait 3000X büyütmedeki SEM görüntüsünde tübül ağzında tek olarak izlenen, cinsi ve canlılığı tespit edilemeyen mikroorganizma varlığı (beyaz ok).



Şekil 3.9. b) Ozon gazı uygulanan gruptan bir örneğe ait 10000X büyütmedeki SEM görüntüsünde tübül ağzlarında tek tek izlenebilen mikroorganizma varlığı (beyaz ok).

3.2. Araştırmanın *in vivo* Bölümünden Elde Edilen Mikrobiyolojik Bulgular

Enfekte süt dişi kök kanalında irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemleri öncesinde ve sonrasında kök kanallarından izole edilen *E. faecalis* ve *C. albicans* miktarları CFU/ml⁻¹ cinsinden hesaplanmıştır. Irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemleri öncesi ve sonrasında kök kanallarından alınan mikrobiyolojik örnekler ait tanımlayıcı istatistik değerlerinin Log CFU tabanındaki değerleri Çizelge 3.5 ve 3.6'de gösterilmiştir.

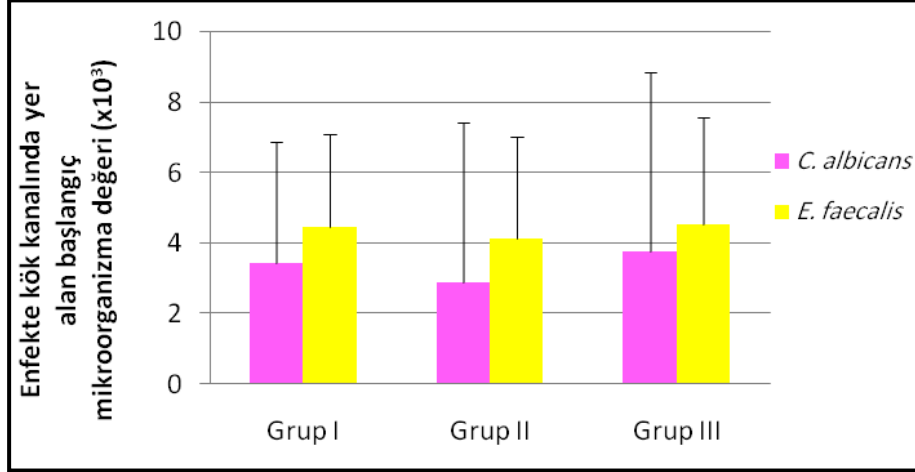
Çizelge 3.5. Kök kanallarından irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemi öncesinde alınan mikrobiyolojik verilerin Log CFU cinsinden değerleri.

Değişkenler	N	Mean	Median	Min.	Max.	Std. Dev
<i>C. albicans</i> I. örnek						
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	12	3,6675	4,5670	,39	9,20	0,41784
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	12	3,4892	4,8400	,07	9,72	0,54773
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve ozon gazı uygulaması)	12	4,4514	4,7760	,07	9,40	0,08507
<i>E. faecalis</i> I. örnek						
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	12	4,1350	5,9000	,30	11,96	0,63110
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	12	4,3233	6,5460	,50	12,64	0,89024
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve Ozon gazı uygulaması)	12	4,5417	6,5200	,50	12,22	0,02488

Çizelge 3.6. Kök kanallarından irrigasyon ve dezenfeksiyon sonrasında alınan mikrobiyolojik verilerin Log CFU cinsinden değerleri.

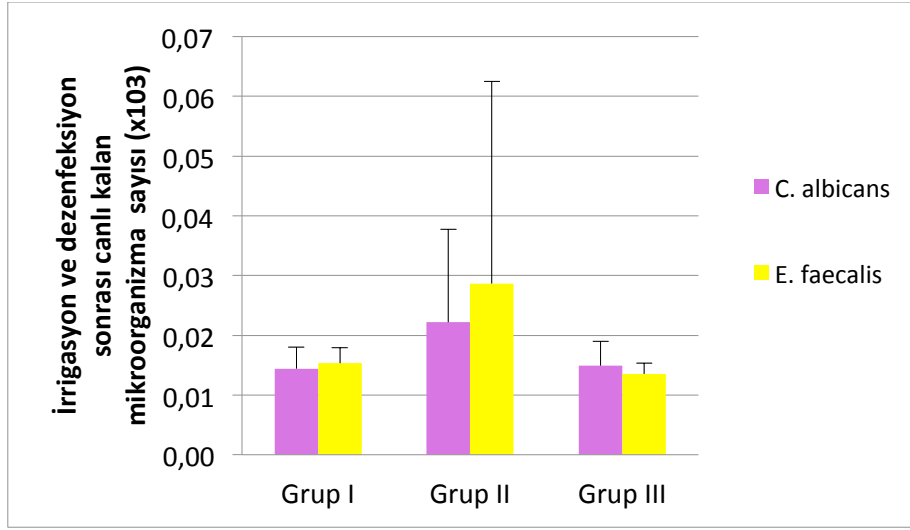
Değişkenler	N	Mean	Median	Min.	Max.	Std. Dev
<i>C. albicans</i> II. örnek						
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	12	,014417	,018000	,0140	,0220	,0036546
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	12	,022167	,020500	,0170	,0650	,0156253
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve ozon gazı uygulaması)	12	,014917	,012500	,0120	,0220	,014917
<i>E. faecalis</i> II. örnek						
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	12	,015333	,017500	,0150	,0190	,0025346
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	12	,028667	,023000	,0200	,1400	,0338213
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve Ozon gazı uygulaması)	12	,013500	,012500	,0120	0,170	,0018340

İrrigasyon ve dezenfeksiyon işlemi öncesinde kök kanallarından izole edilen, *E. faecalis* ve *C. albicans* miktarları Wilcoxon İşaret testi ile değerlendirilmiştir. Her iki mikroorganizmaya ait ortalama değerlerin gruplara göre dağılımı Şekil 3.10.'da gösterilmektedir.



Şekil 3.10. Enfekte kök kanallarından irrigasyon ve dezenfeksiyon öncesinde izole edilen *C. albicans* ve *E. faecalis* miktarlarının gruplara göre dağılımı.

İrrigasyon ve dezenfeksiyon işlemlerinden sonra kök kanallarında canlı kalan *E. faecalis* ve *C. albicans* mikroorganizmaları miktarlarının gruplar arası karşılaştırılması Kruskal-Wallis testi ile yapılmıştır. Her iki tip mikroorganizma için, irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemleri sonrasında kök kanallarında canlı kalan mikroorganizma sayısı, ozon gazı uygulanan grupta (G2) diğer gruplara göre sayısal olarak yüksek bulunmuştur (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Enfekte kök kanallarından irrigasyon ve dezenfeksiyon sonrası izole edilen *C. albicans* ve *E. faecalis* miktarlarının gruplara göre dağılımı.

Ayrıca, irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemleri öncesinde, her bir kök kanalında bulunan *E. faecalis* ve *C. albicans* mikroorganizmalarının başlangıç değerlerinin farklılık göstermesi sebebiyle kullanılan ajanların grup içi ve gruplar arası etkinliğinin değerlendirilebilmesi için, işlemlerden önce ve sonra kök kanallarında bulunan *E. faecalis* ve *C. albicans* miktarlarına ait ortalama değerler belirlenmiştir (Çizelge 3.7). Bütün gruplarda hem *E. faecalis* hem de *C. albicans* miktarında meydana gelen azalma istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 3.7. Enfekte kök kanallarından irrigasyondan önce ve irrigasyondan sonra izole edilen *C. albicans* ve *E.faecalis* değerlerinin (CFU/ml⁻¹) grup içi dağılımı.

Değişkenler	İrrigasyondan önce (I. örnek)	İrrigasyondan sonra (II.örnek)	p- değeri [†]
<i>C. albicans</i>			
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	3,43x10 ³ (2,63x10 ³)	0,015x10 ³ (0,004x10 ³)	0,002
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	2,89x10 ³ (4,55x10 ³)	0,028x10 ³ (0,016x10 ³)	0,002
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve Ozon gazı uygulaması)	4,47x10 ³ (3,42x10 ³)	0,014x10 ³ (0,002x10 ³)	0,002
<i>E. faecalis</i>			
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	3,75x10 ³ (5,08x10 ³)	0,015x10 ³ (0,004x10 ³)	0,002
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	4,12x10 ³ (2,89x10 ³)	0,034x10 ³ (0,022x10 ³)	0,002
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve Ozon gazı uygulaması)	4,54x10 ³ (3,02x10 ³)	0,013x10 ³ (0,002x10 ³)	0,002

Kök kanallarından izole edilen *E. faecalis* ve *C. albicans* mikroorganizmaları üzerinde en etkili olan irrigasyon ve dezenfeksiyon yönteminin belirlenebilmesi için, başlangıç miktarına göre irrigasyondan sonra, mikroorganizma sayısında meydana gelen azalmanın yüzdesi değerlendirilerek gruplar arasında karşılaştırma Wilcoxon İşaret testi ile yapılmıştır (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8. Enfekte kök kanallarında irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemleri sonrası *C. albicans* ve *E. faecalis* miktarındaki yüzdesel azalma değerlerinin gruplara göre dağılımı.

Gruplar	<i>C. albicans</i>	<i>E.faecalis</i>	p-değeri [†]
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	96,1 (5,15) ^A	99,1 (1,06) ^A	0,008
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	94,2 (7,40) ^B	98,7 (1,21) ^A	0,015
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve Ozon gazı uygulaması)	99,3 (0,82) ^C	99,4 (0,63) ^B	0,002
p-değeri [‡]	0,033	0,006	

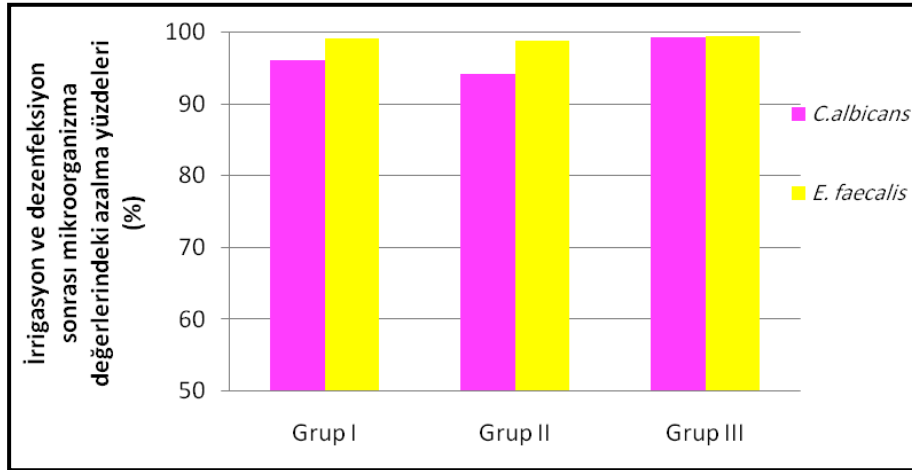
*Aynı kolon içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05).

Her iki mikroorganizmanın azalma yüzdeleri arasındaki fark gruplar arası değerlendirildiğinde (Şekil 3.12);

- *C. albicans* için;
 - i. Sadece sodyum hipoklorit uygulanan grupta (G1), *C. albicans* sayısında görülen azalma miktarı, sadece ozon gazının uygulandığı grupta (G2) görülen azalmadan daha fazladır ve her iki grup arasında görülen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).
 - ii. Sadece ozon gazının uygulandığı grupta (G2), *C. albicans* sayısında görülen azalma miktarı, sodyum hipoklorit ve ozon gazının birlikte uygulandığı gruptan (G3) daha azdır ve her iki grup arasında görülen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).
 - iii. Sadece sodyum hipoklorit uygulanan grupta (G1) *C. albicans* sayısında görülen azalma miktarı, sodyum hipoklorit ve ozon gazının birlikte uygulandığı gruptan (G3) daha azdır ve her iki grup arasında görülen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$) (Çizelge 3.8).
- *E. faecalis* için;
 - i. Sadece sodyum hipoklorit uygulanan grupta (G1) *E. faecalis* sayısında görülen azalma miktarı, sadece ozon gazının uygulandığı gruptan (G2) sayısal olarak daha fazla bulunmakla birlikte, oluşan bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir.
 - ii. Sadece ozon gazının uygulandığı grupta (G2) *E. faecalis* sayısında görülen azalma miktarı, sodyum hipoklorit ve ozon gazının birlikte uygulandığı gruptan (G3) daha azdır. Her iki grup arasında mikroorganizma azalması bakımından görülen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).
 - iii. Sadece sodyum hipoklorit uygulanan grupta (G1) *E. faecalis* sayısında görülen azalma miktarı, sodyum hipoklorit ve ozon gazının birlikte uygulandığı gruptan (G3) daha azdır ve her iki grup arasında görülen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$) (Çizelge 3.8).

Her iki mikroorganizmanın azalma yüzdeleri arasındaki fark grup içi değerlendirildiğinde (Çizelge 3.8; Şekil 3.12);

- İrrigasyon ajanı olarak sadece sodyum hipokloritin kullanıldığı grupta (G1); *E. faecalis* miktarında meydana gelen azalmanın *C.albicans*'a kıyasla daha fazla olması istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sebep olmuştur ($p<0.05$).
- İrrigasyon ajanı olarak sadece ozon gazının kullanıldığı grupta (G2); *E. faecalis*'in *C.albicans*'a kıyasla istatistiksel olarak daha fazla azaldığı görülmektedir ($p<0.05$).
- İrrigasyon ajanı olarak sodyum hipoklorit ve ozon gazının kullanıldığı grupta (G3) ise, *E. faecalis*'in *C.albicans*'a kıyasla istatistiksel olarak daha fazla azaldığı görülmektedir ($p<0,05$).



Şekil 3.12. Enfekte kök kanallarında bulunan *C. albicans* ve *E. faecalis* mikroorganizmalarında başlangıç miktarına göre irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemleri sonrası meydana gelen azalma değerlerinin (%) gruplara göre dağılımı.

3.3. Araştırmanın *in vitro* ve *in vivo* Bölümünden Elde Edilen Mikrobiyolojik Bulguların Karşılaştırılması

Çalışmada yer alan tüm gruplarda görülen mikroorganizma sayısındaki azalmanın *in vitro* ve *in vivo* koşullar arasındaki ilişkisi, Kruskal Wallis testi ile değerlendirilmiştir (Çizelge 3.9).

Tüm gruplarda hem *C. albicans* hem de *E. faecalis* mikroorganizmaları sayısında meydana gelen yüzdesel azalma miktarı, gerek grup içi gerekse gruplararası *in vitro* koşullarda daha yüksek olarak tespit edilmiş ve bu farklılık *in vivo* ve *in vitro* koşullar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa neden olmuştur ($p<0,001$).

Çizelge 3.9. İrrigasyon ve dezenfeksiyon işlemlerinden sonra *C. albicans* ve *E. faecalis* mikroorganizmalarında görülen yüzdesel azalma değerlerinin *in vitro* ve *in vivo* koşullarda gruplara göre dağılımı ($p<0,05$).

Değişkenler	<i>in vitro</i> uygulama	<i>in vivo</i> uygulama	p-değeri [†]
<i>C. albicans</i>			
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	99,999996 (0,000000)	96,1 (5,15)	<0,001
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	99,999994 (0,000001)	94,2 (7,40)	<0,001
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve ozon gazı uygulaması)	99,999996 (0,000000)	99,3 (0,82)	<0,001
<i>E. faecalis</i>			
Grup 1 (%2,5 Sodyum Hipoklorit)	99,999992 (0,000001)	99,1 (1,06)	<0,001
Grup 2 (Ozon gazı uygulaması)	99,999988 (0,000023)	98,7 (1,21)	<0,001
Grup 3 (%2,5 Sodyum Hipoklorit ve Ozon gazı uygulaması)	99,999992 (0,000001)	99,4 (0,63)	<0,001

4. TARTIŞMA

Tüm yaşam kalitesini etkileyebilen ve genel sağlığın ayrılmaz bir parçası olan ağız-diş sağlığı, yalnızca ülkemizde değil, gelişmiş ülkelerin farklı sosyokültürel yapıya sahip bölgelerinde de gözlenebilen, önemli bir sağlık sorunudur. Çürüğe karşı koruyucu önlemlerin toplumun her kesiminde yaygın ve yeterli olarak uygulanamamasının yanı sıra süt dişi mine-dentin kalınlığının daha az olması, dentin kanallarının daha geniş olması ve pulpaya yaklaştıkça dentin geçirgenliğinin artması gibi süt dişine özgü bazı özellikler, süt dişlerinde çürüğün çok hızlı ilerleyerek, çeşitli pulpa hastalıklarının meydana gelmesine sebep olmaktadır. Ayrıca sosyoekonomik ve sosyokültürel faktörlerin de etkisi ile ebeveynlerin süt dişlenmenin önemine ilişkin bilgi düzeyinin yetersiz olması, birçok ailenin diş hekimine sadece ağrı varlığında gitme ihtiyacı duyması, süt dişlerinde ilerlemiş çürük lezyonlarının yanısıra geri dönüşümsüz olarak enfekte ya da nekrotize olmuş pulpa dokusu ile karşılaşılmasını kaçınılmaz kılmaktadır (Nair ve ark., 1990; McDonald ve Avery, 2000; Villalobos-Rodelo ve ark., 2010; Yıldırım ve ark., 2010).

İlerlemiş çürük lezyonu nedeniyle pulpanın geri dönüşümsüz olarak enfekte ya da nekrotize olduğu durumlarda, ağız ortamından kök kanal boşluğuna ilerleyebilen mikroorganizmalar, daha sonra dentin tübülleri, aksesuar kanallar, yan kanallar ve apikal dallanmaları işgal ederek apikal açıklığa ulaşmaktadır (Nair ve ark., 1990). Her iki dişlenme için de ortak olan bu sürecin sonunda kök kanal boşluğunu işgal eden mikroorganizmalar ve nekrotik doku artıklarının, sürekli dişlerde apikal açıklıktan çıkarak periapikal bölgede patolojik kemik yıkımına sebep olduğu gözlenmektedir. Süt dişlerinde ise, bu artıklar, pulpa odası tabanında bulunan aksesuar kanallar aracılığı ile kanal dışına çıkarak, genellikle kökler arası furkasyon bölgesinde patolojik kemik yıkımına sebep olmaktadır (Bender ve Seltzer, 1972; Kramer ve ark., 2003; Lopes-Silva ve ark., 2003; Dammaschke ve ark., 2004; Poornima ve Reddy, 2008; Kumar, 2010).

Pulpanın geri dönüşümsüz olarak enfekte ya da nekrotize olduğu durumlarda, süt dişleri için tedavi seçenekleri, kök kanal tedavisi ya da diş çekimidir. Süt dişlerinin vaktinden önce kaybedilmesinin neden olacağı estetik ve fonksiyonel problemlerin yanı sıra ark uzunluğunun korunabilmesi için çekilen dişin yerine yapılan yer tutucunun ideal şekilde kullanılamaması ya da sık sık düşmesi gibi dezavantajlara (Weine, 1996) sahip olması, doğru endikasyonların varlığında uygulanacak kanal tedavisinin yapılacak yer tutucudan çok daha sağlıklı ve iyi bir yer tutucu olarak, sürekli dişlerin düzgün ve sorunsuz bir şekilde yerine yerleşmesine rehberlik etmesini sağlayacaktır (Camp,1984; Mickel ve ark., 2003; Moore ve Kennedy, 2006; Sasa ve ark., 2009; Alaçam, 2012a; 2012b).

Kök kanal tedavisinin temel amacı, enfekte ve nekrotik dokuyu tümüyle ortadan kaldırarak inatçı bir enfeksiyona ya da tedavide başarısızlığa neden olabilecek mikroorganizmaların yok edilmesini/azaltılmasını sağlamaktır (Turek ve Langeland, 1982). Bununla birlikte süt dişi kök kanallarının karmaşık anatomik yapıları (aksesuar ve yan kanalların fazla olması), fizyolojik kök rezorbsiyonunun ve altta yer alan sürekli diş jerminin varlığı, mekanik preparasyon açısından zorluk oluşturmakta ve süt dişi kök kanallarında irrigasyonun önemini gözler önüne sermektedir. Ancak, kök kanallarının etrafındaki canlı dokuların, bazı irrigasyon solüsyonlarının güvenle kullanılabilmesini engellemesi, güncel endodontik tedavide, kök kanal dezenfeksiyonunda etkili ve hızlı bir yöntem gereksinim olduğunu göstermektedir (Gerek ve ark., 2010). Son zamanlarda kök kanalı dezenfeksiyonu amacıyla kullanımı gündeme gelen *ozon* gazı, antibakteriyel etkinliğinin yüksek olması, sitotoksik bir etkiye yol açmaması, uygulama süresinin kısa ve kullanımının kolay olması nedeniyle önerilmektedir (Hems ve ark., 2005 Cardoso ve ark., 2008; Huth ve ark., 2009; Kuştarcı ve ark., 2009). Bugüne kadar enfekte süt dişi kök kanal tedavisinde kanal içi dezenfeksiyon ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmakta ve yapılan bu çalışmalarda da, farklı konsantrasyonlarda uygulanan geleneksel irrigasyon ajanları ve kanal içi medikasyonların etkinliği değerlendirilmektedir (Önçağ ve ark., 2006; Ruvieri ve ark., 2007; Çoğulu ve ark., 2008; Ito ve ark., 2011; Gondim ve ark., 2012). Bununla birlikte yapılan literatür taramasında, ozon uygulamasının süt dişi kök kanal tedavilerinde kullanımı ile ilgili *in vitro* ya da *in*

vivo koşullarda yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu nedenledir ki, çalışmamızda, furkasyon/periapikal lezyonlu süt dişi kök kanal tedavilerinde, kök kanal dezenfeksiyonu amacıyla kullanılan ozon gazının etkinliği ve sodyum hipoklorit ile birlikte kullanılması durumunda elde edilecek kazanımlar, *in vitro* ve *in vivo* koşullarda karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Kök kanal tedavisinin asıl hedefinin, enfekte kök kanallarında yer alan mikroorganizmaların yok edilmesi/azaltılması olduğu için, öncelikli olarak bu mikroorganizmaların tanımlanması gerekmektedir. Ağız boşluğu ve kök kanalları mikroorganizmalar bakımından çok zengin bir ortama sahiptir ve yaklaşık 700'den fazla sayıda bakteri türü yaşamaktadır (Backman ve ark., 1992; Ziadell, 1994; Coleman ve ark., 1996; Paster ve ark., 2001).

İlerlemiş çürük lezyonuna bağlı olarak pulpanın açığa çıktığı durumlarda, ağız boşluğunda yer alan bütün mikroorganizmalar kök kanallarını işgal edebilmek için eşit şartlara sahip iken, sadece sınırlı bir grup mikroorganizma, enfekte kök kanallarında tanımlanabilmiştir. Siqueira ve Roças (2009), kök kanallarını işgal edebilen bu mikroorganizmaların ağız florasında patojen olmasa bile, metabolizma ürünleri, fizikokimyasal değişimler ve virulans faktörleri ile kök kanalları içerisine yerleşebildiklerini ve sayısal değerinin yaklaşık 468'den daha fazla olduğunu belirtmektedir. Enfekte kök kanallarına yerleşebilen bu mikroorganizmalar, enfeksiyonun tedavi edilmediği durumlarda da pulpa ve periapikal dokuda lezyon oluşumu gibi belirgin doku değişikliklerine neden olabilmektedir (Kakehashi ve ark., 1965; Tani-Ishii ve ark., 1994; Ziadell, 1994; Camp ve ark., 2002; Siqueira ve Roças, 2009). Söz konusu durum, kök kanal tedavisinin esas hedefinin enfekte kök kanal florasının belirlenerek, yok edilmesi/azaltılması olmasına neden olmuştur (Marsh ve Largent, 1967; Leonardo ve ark., 2002). Enfekte kök kanal florası ile ilgili olarak bugüne kadar yapılan çalışmalar, enfeksiyonun tipine ve zamanına bağlı olarak farklılık gösteren polimikrobiyal bir floranın varlığından söz etmekte ve her bir kök kanalında en az 4-7 tür bakteri bulunduğunu bildirmektedir. Fakat yapılan bu çalışmaların büyük bir kısmının sürekli dişler üzerinde gerçekleştirildiği (Kakehashi ve ark., 1965; Tani-Ishii ve ark., 1994; Ziadell, 1994; Camp ve ark., 2002; Siqueira

ve Roças, 2009) ve furkasyon/periapikal lezyonlu süt dişi kök kanal florası ile ilgili olarak sınırlı sayıda çalışma yer aldığı görülmektedir (Pazelli ve ark., 2003; Silva ve ark., 2006; Ito ve ark., 2011; Gondim ve ark., 2012).

Silva ve ark. (2006), nekrotik pulpalı ve periapikal lezyonlu süt dişi kök kanal florasını inceledikleri çalışmalarında, anaerobik mikroorganizmaların baskın olmasının yanısıra, siyah pigmente basil, aerobik mikroorganizmalar ve streptokok türlerinin de yer aldığını ve sürekli diş kök kanal florası ile benzer özellik gösterdiğini belirtmektedir.

Polimikrobiyal yapıda olan enfekte kök kanal florasında değerlendirilmesi gereken bir diğer önemli konuyu da, en önemli rolün hangi mikroorganizmaya ait olduğu, ya da diğer bir deyişle ‘major’ patojen mikroorganizmanın hangisi olduğu oluşturmaktadır (Sundqvist, 1998; Siqueira, 2002). Bu nedenle, birincil endodontik enfeksiyonlu dişlerde yapılan bir çok araştırma, baskın olarak bulunmasından ötürü zorunlu anaerob bakterileri hedef almakta, fakültatif anaerob mikroorganizmalar ve mantarlar gibi inatçı ve fırsatçı mikroorganizmaların, bu enfeksiyonlardaki varlığına dikkat etmemektedir (Spratt ve ark., 2001; Siqueira ve ark., 2002; Sassone ve ark., 2003; Önçağ ve ark., 2006; Sena ve ark., 2006).

Enfekte kök kanal florasında bulunabilen bu mikroorganizmalar içerisinde; dentin tübüllerine etkili penetrasyon yeteneği, kollajenlere olan güçlü adezyonu ve kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında kullanılan irrigasyon solüsyonlarına göstermiş olduğu yüksek direnç nedeniyle yok edilmesi zor bir mikroorganizma olan *E.faecalis*, daha çok inatçı enfeksiyonlarda bulunan bir mikroorganizmadır ve genellikle tedavilerin başarısızlığına neden olmaktadır (Sundqvist, 1992b; Siqueira ve ark. 1997a; Molander ve ark., 1998; Love, 2001; Sunde ve ark., 2002; Nair ve ark., 2005; Stuart ve ark. 2006).

Enfekte kök kanallarından izole edilen inatçı mikroorganizma türlerinden bir diğerini de mayalar oluşturmaktadır. Mayalar içerisinde, anatomik olarak farklı alanlarda yaşayabilme yeteneğine sahip ve çok yönlü patojen bir mikroorganizma olan *C.*

albicans'ın birden fazla virölans faktöre sahip olması, uzun süreli kök kanal enfeksiyonlarında bulunabilmesi ve periapikal alanda yaşayabilme yeteneği, kök kanal enfeksiyonlarının gelişimine ve kalıcılığına neden olmaktadır (Walton ve Torabinejad, 1989; Sundqvist, 1992a; 1992b; Waltimo ve ark., 1997; Waltimo ve ark., 1999).

Daha önce de belirtildiği gibi daha çok inatçı enfeksiyonlardan sorumlu tutulan bu iki mikroorganizmanın, iyileşme sürecini geciktirebildiği bilinmektedir (Heintz ve ark., 1975; Haapasalo ve ark., 1983; Waltimo ve ark., 1997; Molander ve ark., 1998; Trope ve ark., 1999; Ferrari ve ark., 2005). Bu durum, son yıllarda kök kanal irrigasyon solüsyonlarının ve kanal içi medikamanların antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmaların çoğunda, *C.albicans* ve özellikle *E.faecalis*'in kök kanallarının deneysel olarak enfekte edilmesinde kullanılan mikroorganizma türleri arasında yer almasına neden olmuştur (Siqueira ve ark. 1997a; Eddy ve ark. 2005; Kho ve Baumgartner 2006; Davis ve ark. 2007; Krause ve ark. 2007; Meire ve ark. 2009; Gondim ve ark., 2012; Mohammadi ve ark., 2013). Ayrıca, kök kanal tedavisinde yapılan işlemlere karşı en fazla direnç gösteren mikroorganizmalarla çalışılması, kullanılan antiseptiklerin antimikrobiyal etkinlikleri ile ilgili elde edilen verilerin diğer pek çok mikroorganizma için de geçerli olması yönünden oldukça önemlidir (Nair ve ark., 2005). Bu nedenle mevcut çalışmamızın *in vitro* bölümünde test mikroorganizması olarak *E. faecalis* ATCC 29212 ve *C. albicans* ATCC 10231 suşları kullanılmıştır. Bununla birlikte *in vitro* çalışmalarda, izole edilen tek mikroorganizma ile çalışılması ve enfekte kök kanallarının ise polimikrobiyal yapıda olması, klinik durumun tam olarak yansıtılamamasına neden olacağı için araştırmamız hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullarda yapılmış olup, *in vitro* ve *in vivo* koşullar arasında da paralellik sağlanabilmesi için, kullanılan ajanların *in vivo* koşullardaki etkinliği, enfekte kök kanallarından izole edilen *E. faecalis* ve *C. albicans* suşları üzerinde değerlendirilmiştir.

Test mikroorganizması olarak *E. faecalis* ve *C. albicans*'ın kullanıldığı *in vitro* çalışmalarda inkübasyon sürelerinin 24 saatten 6 haftaya kadar değiştiği, fakat, olgun mikrobiyal tabakanın oluşum süresine ilişkin bir standardizasyonun belirlenemediği

görülmektedir (Behnen ve ark. 2001; Eddy ve ark. 2005; Hems ve ark., 2005; Kho ve Baumgartner 2006; Kishen ve ark., 2006; Krause ve ark. 2007; Oliveira ve ark. 2007; Cardoso ve ark., 2008; Stoll ve ark., 2008; Huth ve ark., 2009; Kuştarcı ve ark., 2009; Türk ve ark., 2009; Valera ve ark., 2009; Zan ve ark., 2013).

Haapasalo ve Orstavik (1987), *E. faecalis* ile enfekte ettikleri sığır dişi dentin bloklarında bakteri penetrasyonunu taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile değerlendirdikleri çalışmalarında, 24 saatlik inkübasyondan sonra bakterinin dentin kanallarında 300–400 µm derinliğe kadar ilerleyebildiğini, 3 haftalık inkübasyondan sonra ise bakteri penetrasyon derinliğinin 500 µm olduğunu belirlemişlerdir. Her iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmamasından ötürü deneysel çalışmalarda daha kısa süreli inkübasyon sürelerinin kullanılabileceğini de eklemişlerdir. Kishen ve ark. (2006) ise, *E. faecalis*'in kök kanal dentininde oluşturduğu mikrobiyal tabakanın yapısını farklı aşamalarda inceledikleri çalışmalarında, 4 haftadan sonra dentin üzerinde oldukça kalın, yapısal olarak organize olmuş bir tabaka oluştuğunu göstermişlerdir. Çalışmamızın *in vitro* bölümünde ise olgun mikrobiyal tabaka oluşturabilmek için, *E. faecalis* ve *C. albicans* ile enfekte edilen örneklerde inkübasyon süresi 4 hafta olarak belirlenmiştir.

Araştırmamızın *in vitro* bölümünde, *E. faecalis* ve *C. albicans* inokülasyonundan sonra meydana gelen kontaminasyonun kontrolü için, kök kanallarından mikrobiyolojik örnekler alınmış ve Kuştarcı ve ark. (2009)'nın yapmış olduğu çalışmanın bulguları ile benzer şekilde her bir örnekteki mikroorganizma miktarının 10^5 ve 10^5 'ten büyük olduğu görülmüştür. Kök kanallarında istenilen kolonizasyonun sağlanmasını takiben deneysel işlemlere geçilmiş ve antibakteriyel ajanın uygulanmasının ardından, kök kanalında canlı kalan mikroorganizma sayısı hesaplanmıştır.

Herhangi bir antimikrobiyal ajanın etkinliğini kanıtlamak, enfeksiyon kontrol yönteminin gelişmesinde faydalıdır. Endodontik tedavi sırasında kullanılan ajanların antibakteriyel etkinliklerinin araştırılmasında insan ve/veya hayvan diş modeli, direkt kontakt test (DCT), agar diffüzyon testi (ADT) gibi pek çok yöntem kullanılmaktadır

(Tanrıverdi ve ark., 1997; Heling ve Chandler, 1998; Çobankara ve ark., 2004; Eddy ve ark., 2005; Nair ve ark., 2005; Oliveira ve ark., 2007; Zapata ve ark., 2008). Mevcut çalışmamızın *in vitro* bölümünde, antibakteriyel ajanın etkinliğinin tespit edilebilmesi için, kök kanallarının irrigasyonundan sonra canlı kalan mikroorganizma sayısının belirlenmesi amaçlanmıştır. İnsan diş modeli yönteminin canlı kalan mikroorganizma miktarını mikrobiyolojik sayım yöntemi ile incelenebilmesine olanak tanınmasının yanı sıra *in vivo* koşulların da taklit edilebilmesi için bu yöntem tercih edilmiştir.

Bununla birlikte mikroorganizmalar doğal bir ortam içerisinde nadiren serbest hareket halinde bulunurlar. Aksine yüzeylere tutunarak yapışık mikrobiyal topluluk oluşturmak için kuvvetli eğilimleri vardır. Bu nedenle doğal sınırlarla temasta olan herhangi bir sistemdeki canlı veya cansız yüzeylerde biyofilm oluşumu meydana gelebilmektedir (Costerton, 1999). Biyofilm bakterileri çevresel streslere karşı hayatta kalma stratejileri geliştirmektedir. Bunlardan biri de besin yetersizliğinde bakterilerin canlı, fakat kültüre edilemeyen (Viable-but-non-culturable (VNBC)) duruma geçmeleridir. Bakteriler bu durumdayken çoğalamazlar, ancak canlıdırlar ve koşullar düzeldiği zaman aktivitelerini tekrar kazanabilirler (Chavez de Paz ve ark., 2008). Bu durumdaki bakteriler canlı olmalarına rağmen metabolik aktivitelerinin çok az olması nedeniyle kültür teknikleri ile tespit edilemezler.

Taramalı elektron mikroskobu, kanal içerisinde oluşturulan mikrobiyal toplulukların incelenmesinde sıklıkla kullanılmıştır (Şen ve ark., 1995; Lomçalı ve ark., 1996; Siqueira ve Lopes, 2001; Schoop ve ark., 2002; Roper ve ark., 2010). Geniş yüzeylerin yüksek çözünürlükte ve yüksek büyütmede topografik olarak görüntülenmesini sağlayan SEM, oluşturulan mikrobiyal topluluğun doğal ortamları ile birlikte incelenebilmelerine olanak tanırken, elde edilen görüntünün 2 boyutlu olması çok katmanlı mikrobiyal tabakanın tüm derinliği ile analiz edilmesine imkan tanıyamamaktadır (Bhuva ve ark., 2010). Çalışmamızda, 4 haftalık inkübasyon süresi boyunca kök kanal dentini üzerinde oluşan mikrobiyal kolonizasyonun ve irrigasyon-dezenfeksiyon işlemlerinin uygulanmasını takiben dentin yüzeyinde kalan

mikroorganizma artıklarının görüntülenmesi için enfekte kök kanalları SEM ile incelenmiştir.

Kök kanal tedavilerinde, vaka seçiminde hastanın genel sağlık hikayesi ve sistemik hastalık varlığı göz önünde bulundurulmalıdır. Nefrit, lösemi, idiyopatik siklik nötropeni gibi bağışıklık sisteminin baskılandığı hastalıklarda, düşük enfeksiyon direnci ve tedavinin başarısız olma durumunda oluşabilecek akut enfeksiyon riskinden ötürü bu dişlerin çekimi tercih edilmektedir (Dummet ve Kopel, 2002; Carrote, 2005). Bu nedenle sistemik olarak sağlıklı bireylerde yapılan klinik ve radyolojik değerlendirmeleri takiben furkasyon/periapikal bölgede lezyon tespit edilen ve kök kanal tedavisi endikasyonu konulan alt çene süt II. azı dişleri çalışma kapsamına alınmıştır.

Kemik dokuda oluşan lezyonların radyografi üzerindeki görüntüleri ile histolojik gelişimleri karşılaştırıldığında, kemik rezorbsiyonu ilerlemeden lezyonların radyografik olarak belirlenemediği ve lezyonun gerçek boyutlarının radyografik olarak gözlenenden çok daha geniş olabileceği bildirilmiştir (Bender ve Seltzer, 2003a; 2003b; Tanomaru-Filho ve ark., 2009). Bu nedenle köklerin ayırım bölgesi ve sürekli diş jermi arasındaki mesafenin 1/2'sini geçen büyüklükte lezyona sahip olan dişler ve patolojik kök rezorbsiyonu gözlenen dişler çalışma kapsamına alınmamıştır. Bununla birlikte geniş lezyonların varlığında fizyolojik ve patolojik rezorbsiyon arasında ayırım yapılırken görülebilecek problemlere ilaveten standardizasyonun da sağlanabilmesi için, Fanning (1962), kök rezorbsiyon skalasına göre fizyolojik kök rezorbsiyonu başlamamış ve/veya henüz başlamış olan dişler çalışma kapsamına alınmıştır.

Üst çene süt dişlerinde, sürekli dişlerin ve maksiller sinüsün süperpozisyonu nedeniyle iyi bir radyografik görüntü elde etmenin zor olması ve radyolojik değerlendirmelerde olası patolojik değişikliklerin gözden kaçabilmesi nedeni ile çalışmamız alt çenede ve dişin ağızda kaldığı süre göz önünde bulundurularak daha geniş bir yaş aralığında çalışabilmek amacıyla sadece süt II. azı dişlerinde gerçekleştirilmiş ve tedavi esnasında mikrobiyolojik kök kanal örneği alınırken

kooperasyonun sağlanabilmesi için 5-10 yaş aralığındaki bireyler çalışmamıza dahil edilmiştir (Strange ve ark., 2001; Maroto ve ark., 2007).

Pulpa ve periapikal patolojilerin asıl etkeni olan mikroorganizmaların ve nekrotik doku artıklarının uzaklaştırılarak, kök kanallarının etkili bir şekilde tıkanmasını sağlamak, daha önce de belirtildiği gibi kök kanal tedavisinin ana hedefidir. Bu nedenle, tedavinin en önemli basamaklarını şekillendirme ve temizleme işlemleri oluşturmaktadır. Endodontik enfeksiyonun kontrolü, konak savunma sistemi ve tedavi basamaklarının birlikteliği ile sağlanabilmekte ve bu birlikteliğin tüm yönleri ile ideal bir şekilde buluşması tedavide başarılı sonuca ulaşmayı sağlamaktadır (Haapasalo ve ark., 2005).

Kök kanallarında ideal şekilde şekillendirme-temizleme ve kanal dolgusu işlemlerinin yapılabilmesi için ilk basamak olan çalışma boyunun, doğru belirlenmesi gerekmektedir. Sürekli dişlerde çalışma boyunun, kanalın en dar yeri olan apikal sıkışma bölgesinde sonlandırılması gerektiği genellikle kabul görse de, süt dişlerinin altında yer alan sürekli diş jermeleri ve fizyolojik rezorbsiyonun varlığı çalışma boyunun hesaplanmasını güçleştirmektedir. Süt dişi kök kanal tedavisinde çalışma boyu, taşkın preparasyonun önlenmesi amacıyla radyografik apekten 1-2 mm kısa, ayrıca kök rezorbsiyonunun varlığında da radyografik apekten 2-3 mm kısa olarak belirlenmesi genel olarak kabul edilen bir görüştür (Fuks, 2000; Özalp ve ark., 2005; Canoğlu ve ark., 2006; Camp ve Fuks, 2006; Sarı ve Ökte, 2008; Mendoza ve ark., 2010).

Günümüzde çalışma boyunun belirlenmesinde; geleneksel radyografilere ilaveten dijital görüntüleme teknikleri ve apeks bulucular yaygın olarak kullanılmaktadır. Dijital görüntüleme tekniklerinin daha az dozda radyasyon ile daha hızlı görüntü elde edilmesine imkan tanınmasının yanı sıra, elde edilen görüntü üzerinde ölçüm yapılmasına izin vermesi ve görüntüyü depolayabilmesi, bu teknikleri geleneksel radyografilere kıyasla daha üstün kılmaktadır. Bu konu ile ilgili yapılan birkaç çalışmada, etkinlikleri geleneksel yöntemlerle karşılaştırılabilir durumda olan dijital görüntüleme tekniklerinin, süt dişlerinin kök kanal tedavilerinde kullanılmaları

oldukça faydalı bulunmuştur (Sanderink ve ark., 1994; Nagaratna ve ark., 2006; Ghaemmaghami ve ark., 2008). Dijital görüntüleme sistemlerinin bu avantajlarının yanı sıra, mevcut çalışmamızın mikrobiyolojik düzeyde olması ve çalışma boyunun tedavi sırasında belirlenmesinin oluşturacağı kontaminasyon riski nedeniyle çalışma boyu, tedavi öncesinde dijital görüntüleme cihazı ile standart paralel teknik kullanılarak alınan görüntü üzerinde dijital olarak hesaplanmıştır.

Kök kanal tedavisinde her aşamanın başarılı bir şekilde yapılabilmesi için tedavi öncesinde sağlanan ve tedavi süresince korunan asepsi, kritik bir öneme sahiptir (Fuks, 2000; Carotte, 2005). Asepsinin sağlanabilmesinin ilk şartı ise, etkili bir izolasyondur. Bu amaçla kullanılan lastik örtü, dışı ağız ortamından ayırarak, tükürükle operasyon alanının kontamine olmasını engellemektedir (Fuks, 2000; Carotte, 2005). Bu nedenle, süt dişi kök kanal tedavisinde kullanılan ajanların antibakteriyel etkinliğini değerlendirdiğimiz çalışmamızda, kontaminasyon riskini minimuma indirmek için her hastada lastik örtü kullanılmış ve aseptik zincirin ihlal edilmemesi için titiz bir çalışma yöntemi izlenmiştir.

Endodontik tedavide giriş kavitesi açılmadan önce, ağız florasında bulunan mikroorganizmaların kök kanal boşluğuna girişinin önlenmesi için diş ve lastik örtü yüzeylerinin klorheksidin, hidrojen peroksit ve sodyum hipoklorit solüsyonlarıyla dezenfekte edilmesi önerilmektedir (Senia ve ark., 1975; Siqueira ve ark., 2007a). Ancak, kök kanal kültürü alınmadan önce bölgeye klorheksidin gibi antiseptik özelliği olan bir maddenin uygulanması mikrobiyal kültür sonucunun yanlış negatif olarak belirlenmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle, kültür alımı esnasında kök kanallarında klorheksidinin rezidüel antimikrobiyal etkisinin bir inaktivasyon maddesi ile engellenmesi, doğru kültür sonuçlarının elde edilmesini sağlamaktadır (Zamany ve Spanberg, 2002). Bu amaç doğrultusunda, çalışmamızda, tedavi öncesinde; %0,12'lik klorheksidin, %3'lük hidrojen peroksit ve %5,25'lik sodyum hipoklorit solüsyonları ile dezenfekte edilen diş yüzeyi, rezidüel antimikrobiyal etkinin inaktivasyonu için %5'lik sodyum-tiyosülfat kullanılmıştır.

Pulpa ve periapikal doku enfeksiyonlarında yer alan mikroorganizmaların tanımlanması için kök kanal kültürünün yapılması gerekmektedir. Kültür, endodontik tedavide aseptik tekniğin uygulanıp uygulanmadığının belirlenmesi, temizleme ve antibakteriyel tedaviye dirençli mikroorganizmaların duyarlı olduğu antimikrobiyal ajanların belirlenmesinde önem taşımaktadır (Alaçam, 2012b). Geleneksel kültür yöntemleri bakteri sayısı ve çeşitliliğini var olandan daha az şekilde temsil etmesi gibi dezavantajlara sahip olmasına rağmen, özellikle antimikrobiyal tedaviden hemen sonra alınan örneklerde, canlılığın kültürden bağımsız yöntemlerle tespit edilemediği durumlarda, canlı kalan mikroorganizma sayısının belirlenmesinde en güvenilir yöntemlerden biri olarak kullanılmaktadır (Siqueira ve Roças, 2005). Bu nedenle çalışmamızda kök kanallarından elde ettiğimiz örneklerde yer alan *E. faecalis* ve *C. albicans*, geleneksel kültür yöntemi ile izole edilmiştir.

Endodontik tedavide, kök kanallarından mikrobiyolojik değerlendirme için yapılan örnek alma işleminde, sıklıkla iki yöntem kullanılmaktadır (Sundqvist ve Figdor, 1998; Peters ve ark., 2000; Zapata ve ark., 2008). Bunlardan biri kök kanal duvarındaki enfekte dentin talaşının ege yardımıyla toplanarak örnek olarak alınması iken, diğeri, steril kağıt konların kanal içerisine yerleştirilip belli bir süre kanalda bekletilmek suretiyle alınmasıdır. Her iki koşulda da, elde edilen kanal içi mikrobiyal örneğin değerlendirmelerinin yapılabilmesi için ege/konların aseptik şartlarda besi yerine transfer edilmesi gerekmektedir (Siqueira ve ark., 1997; Heling ve Chandler, 1998; Önçağ ve ark., 2003; Eddy ve ark., 2005). Mevcut çalışmamızda ve bir çok klinik ve laboratuvar çalışmasında kullanılan steril kağıt kon ile örnek alma yöntemi; kök kanalında bulunan floranın tipi, sayısı ve farklılığını belirleyebilmektedir. Fakat, dentin tübüllerinde veya lateral kanallarda yer alan bakterilere ulaşamaması, kök kanal florasının tam olarak tanımlanamamasına neden olmaktadır (Siqueira ve ark., 1997; Önçağ ve ark., 2003; Ercan ve ark., 2004; Kho ve Baumgartner, 2006; Estrela ve ark., 2007; Mercade ve ark., 2009). Bununla birlikte, kök kanal dolgusunun hermetik şekilde yapıldığı tedavilerde dentin tübülleri içerisine hapsedilen mikroorganizmaların başarısızlıkta ki rolü hala tartışmalı bir konu olmaya devam ettiği için, kök kanal boşluğundaki planktonik mikroorganizmaların tamamen yok

edilmiş olması daha öncelikli ve önemli bir konu gibi görünmektedir (Sundqvist ve Figdor, 1998; Wu ve ark., 2006).

Kanal eğesi ile yapılan mikrobiyolojik örnekleme yönteminde ise, döner aletlerin oluşturduğu ısının toplanan dentin talaşlarındaki bakteri sayısında azalma meydana getirme ihtimali ve alınan örneğin çok küçük miktarlarda olması standardizasyon sağlamada zorluk meydana getirebilmektedir. Ayrıca, kanal eğesi ile tüm kök kanal duvarı yüzeyine eşit mesafeden ve tüm yüzeylerden örnek alınması her zaman mümkün olamayacağı için, uygulanması ve standardizasyonu zor bir yöntem olarak görünmektedir. Her iki yöntemle de alınan mikrobiyal örneğin değeri ve doğruluğu; ağız içi ve tedavi edilecek dişin ne kadar dikkatli hazırlandığı ve mikrobiyal örneğin ne kadar titizlikle alındığına bağlı olmakla birlikte (Sundqvist ve Figdor, 2003), bugüne kadar yapılan çalışmalarda sıklıkla rastlanılan her iki yöntemin (eğe/steril kağıt kon) de, sonuçlara olan etkisinin ayrı bir araştırma konusu olabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda titiz ve aseptik koşullar altında çalışılarak, kök kanallarından steril kağıt konlar ile toplanan örnekler, irrigasyon ve dezenfeksiyondan önce ve sonra olmak üzere iki aşamada alınmış ve kontaminasyon şüphesi olan örnekler çalışma dışı bırakılmıştır. Örnekler, ilk 2 saat içerisinde laboratuvara götürülerek, *E. faecalis* ve *C. albicans* izolasyonu ve irrigasyon ve dezenfeksiyon sonrası canlı kalan mikroorganizma sayısı daha önce de belirtildiği gibi geleneksel kültür yöntemi ile CFU/ml⁻¹ cinsinden hesaplanarak değerlendirilmiştir.

Kök kanal sistemine yerleşen mikroorganizmaların yok edilmesinin, endodontik tedavinin asıl hedefi olduğu açıkça belirtilmesine rağmen, bu mikroorganizmaların yok edilmesi ve/veya antijenik potansiyellerinin nötralize edilmesi genellikle yeterli olarak kabul edilebilmektedir. Başarılı bir endodontik tedavi ise, daha önce de bahsedildiği gibi, ancak tedavi basamaklarının eksiksiz ve ideal bir şekilde yapılması ile mümkün olmaktadır (Haapasalo ve ark., 2007). Nitekim, süt dişi kök kanal morfolojisinin karmaşık bir yapıya sahip olması ve rezorbsiyonların kök kanallarının preparasyonunu sınırlandırabilmesi, biyomekanik preparasyonun ideal ve mükemmel bir şekilde yapılmasını engelleyebilmektedir. Ayrıca, mikroorganizmaları yer ve

besin savaşında daha avantajlı hale getiren dentin dokusuna, özellikle de, dentin tübüllerine olan penetrasyon, mikroorganizmaların birikimine ve yapılan tedaviye direnç göstermesine neden olmaktadır (Saleh ve ark., 2004). Bu durum, süt dişi kök kanal tedavisinde mekanik temizlikten çok kimyasal bir temizlik olmasını zorunlu kılmakta ve süt dişlerinde irrigasyonun önemini arttırmaktadır (Camp, 1984; Dummett ve Kopel, 2002).

Endodonti pratiğinde en çok kullanılan yıkama solüsyonu olan sodyum hipoklorit, organik doku çözme kabiliyeti ve yüksek antimikrobiyal etkinliğe sahip bir ajandır. Sodyum hipokloritin bu etkisinin; konsantrasyonuna, hacmine ve pH'sına bağlı olarak değişiklik gösterdiği bilinmektedir (Sundqvist ve ark., 1998; Fukuzaki, 2006; Guida, 2006). Kök kanal tedavilerinde kullanılan sodyum hipokloritin tavsiye edilen konsantrasyon aralığı %0,5-%5,25 arasında değişmekte ve hangi konsantrasyonun klinik uygulamada daha etkin olduğuna dair ortak bir görüş bulunmamaktadır (Estrela ve ark., 2003; Vianna ve ark., 2004; Walker ve ark., 2006).

Byström ve Sundqvist (1983), sodyum hipokloritin %0,5 ve %5'lik solüsyonları arasında antibakteriyel etkinlik yönünden bir fark olmadığını bildirmiştir. Buna ilaveten %5,25'lik sodyum hipokloritin birçok mikroorganizma üzerinde antimikrobiyal bir etkinlik göstermesine karşın, sitotoksik etkiye sahip olduğu ve canlı dokularda reaksiyona neden olduğu bilinmektedir. Sodyum hipokloritin %5,25'lik konsantrasyonunun endotel hücrelerinde hasar yarattığı ve nötrofil migrasyonuna engel olduğu ve submukozal hemorajiler oluşturarak kollajende bazofilik dejenerasyonlar meydana getirdiği gösterilmiştir (Sabala ve Powell, 1989).

Pashley ve ark. (1985) ise, %5,25'lik sodyum hipokloritin sahip olduğu yüksek antibakteriyel etkinliğe ilaveten, bu konsantrasyonun biyolojik dokularda %0,5 ve %1'lik konsantrasyona kıyasla daha fazla sitotoksik olduğunu ve %5,25'lik konsantrasyonun gösterdiği antibakteriyel ve nekrotik doku çözücü etkinliğin gerekenden fazla olduğunu da belirtmektedir.

Sodyum hipokloritin hangi konsantrasyonda en fazla etkiyi gösterdiği tartışma konusu olmakla birlikte, teorik olarak, sitotoksik etki oluşturabilmesi nedeniyle, solüsyonun konsantrasyonu, etkin olabileceği en düşük seviyede tutulmalı görüşü hakimdir (Perdigao ve ark., 2000; Siqueira ve ark., 2000; Radcliffe ve ark., 2004). Ayrıca, bugüne kadar yapılan çalışmalarda, kök kanal irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinde; kullanılan ajanın konsantrasyonu kadar, pH, hacim, kök kanal duvarı ve mikroorganizma ile temas süresi ve uygulama sıcaklığının da önemli olduğu belirtilmektedir (Yamada ve ark., 1983; Sterrett ve ark., 1993; O'Connell ve ark., 2000; Radcliffe ve ark., 2004; Eddy ve ark., 2005; Dunavant ve ark., 2006; Mercade ve ark., 2009; Gülşahi ve ark., 2012).

Çalışmamızda ise, daha önceki yıllarda yapılan çalışmalara dayanılarak; oda sıcaklığında, her grup için aynı hacimde olacak şekilde ve çocuk diş hekimliğindeki kullanımı açısından önerilen konsantrasyon olması nedeniyle, *in vivo* uygulamada 10 ml %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu; *in vitro* uygulamada ise, klinik koşulları taklit edebilmesi için, 10 ml %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu, mikroorganizma ile temas süresi 5 dk. olacak şekilde kullanılmıştır (Radcliffe ve ark., 2004; Eddy ve ark., 2005; Canoğlu ve ark., 2006; Dunavant ve ark., 2006; Mercade ve ark., 2009).

Bununla birlikte, organik doku çözme kabiliyeti ve yüksek antibakteriyel etkinlik gibi çok önemli avantajları bulunan sodyum hipoklorit ile kemomekanik preparasyondan sonra bile, kök kanal sisteminde pulpa artıkları ve mikrobiyal biyofilmlerin bulunduğu hiç dokunulmamış alanların kalabilmesi (Lin ve ark., 1991; Foschi ve ark., 2004), endodontik tedavide, kök kanal dezenfeksiyonunda etkili ve hızlı bir yönteme gereksinim olduğunu göstermektedir.

Sahip olduğu güçlü antibakteriyel etkinlik nedeniyle tıp ve diş hekimliğinde kullanımı son dönemlerde gündeme gelen ozonun, sitotoksik bir etkiye yol açmaması, uygulama süresinin kısa ve kolay olması gibi nedenlerle endodontik tedavide geleneksel ajanlara alternatif olarak kullanımı önerilmektedir (Tortora ve ark., 1998; Hems ve ark., 2005; Estrela ve ark., 2007; Huth ve ark., 2009; Kuştarcı ve ark., 2009).

Aktif atomik oksijen (O^{+2}) ile oksijen molekülünün (O_2) birleşmesinden meydana gelen ozon molekülü, oksijenin yüksek voltajlı bir jeneratörden geçmesi ile oluşmaktadır. Mikrobiyal hücre komponentlerini okside edebilmesi, güvenilir bir antimikrobiyal etkinliğinin oluşmasını sağlamakla birlikte, bakterisit, antiviral ve antifungal özellik gösterebilen ajanların en iyilerinden biri olarak da dikkatleri çekmiştir. Oksijen molekülü aerobik metabolizmaya sahip mikroorganizmaların olmazsa olmazı iken, mikroaerofilik ve anaerobik bakteriler için çarpıcı bir şekilde toksiktir (Tortora ve ark., 1998).

Ancak, ozonun enfekte kök kanallarında yer alan patojen mikroorganizmalar üzerindeki etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalarda; ideal uygulama zamanı ve konsantrasyonu ile ilgili bilgilerin kısıtlı ve sonuçları tutarsız olması (Nagayoshi ve ark., 2004; Arita ve ark., 2005; Hems ve ark., 2005), yüksek antimikrobiyal potansiyele sahip olan ozonun, kök kanal dezenfeksiyonunda alternatif antiseptik ajan olarak kabul edilmesi durumunu tartışmalı kılmaktadır (Restaino ve ark., 1995; Paraskeva ve Graham, 2002; Huth ve ark., 2006; Huth ve ark., 2009). Diğer taraftan, ozon gazının çürükle enfekte olmuş dentin üzerinde etkili bir şekilde kullanılabilmesi gibi karyoloji alanında son dönemdeki gelişmeler, kök kanal tedavilerinde de etkili bir dezenfektan olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Bu durum ise, ozonun, kök kanal sistemindeki etkinliğinin tekrar değerlendirilmesini gerektirmektedir (Baysan ve ark., 2000; Baysan ve Lynch, 2005; Stoll ve ark., 2008).

Ozonun, süt dişi kök kanal tedavilerinde, kanal dezenfeksiyonu amacıyla kullanılmasını *in vivo* koşullarda inceleyen bir çalışma bulunmamakla birlikte, sürekli dişlerde yapılan çalışmalarda; *E. faecalis*, *C. albicans*, *Staph. aureus* ve *S. mutans* gibi mikroorganizmalar üzerindeki antibakteriyel etkinliği, geleneksel irrigasyon ajanları (sodyum hipoklorit, klorheksidin, hidrojen peroksit, serum fizyolojik) ve lazer uygulaması gibi çeşitli dezenfeksiyon teknikleri ile *in vitro* koşullarda değerlendirilmiştir (Nagayoshi ve ark., 2004; Hems ve ark., 2005; Stoll ve ark., 2008; Huth ve ark., 2009; Noetzel ve ark., 2009). Sürekli dişler üzerinde ve *in vitro* koşullarda yapılan bu çalışmaların sonuçlarının tutarsız olması, süt dişi kök kanal sisteminin sürekli dişlere kıyasla daha karışık bir morfolojiye sahip olması ve

in vitro koşulların *in vivo* koşulları tam anlamıyla yansıtamaması nedeniyle, çalışmamızda, ozon gazının enfekte süt dişi kök kanallarındaki etkinliği, hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullarda değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda uygulanan ozon tedavisi, Almanya’da üretilen ozon cihazı olan OzonyTronX® ile gerçekleştirilmiştir. Cihazın probu dişe temas ettiği anda ortamda bulunan oksijen molekülü (O₂) atomlarına ayrışmaktadır. Bu atomik oksijen, geçici olarak ortamdaki oksijen (O₂) ile birleşerek yüksek derecede dezenfeksiyon etkisi yapan ozon (O₃) gazını oluşturmakta ve bakterilerin ölümüne neden olmaktadır. (Anonymus, 2010b; 2011a; 2011b; 2011d).

Ozon gazı solunması sonucunda ağızda ve boğazda kuruluk, baş ağrısı, göğüste daralma hissi ve öksürük, astım krizinin tetiklenmesi ve akciğerlerde hasara neden olması gibi istenmeyen etkilere yol açabilmektedir (Millar ve Hodson, 2007). Bu konu ile ilgili olarak “TÜV SÜD (Teknik denetim kurumu/Technischer Überwachungs-Verein Industrie Service GmbH) kuruluşu tarafından OzonyTronX® cihazının ürettiği ozon gazı miktarı ve konsantrasyonu değerlendirilmiştir. Ozonun diş hekimliğinde kısa sürelerde (20-120s) uygulanması sonucunda oluşabilecek maksimum ozon konsantrasyonunun (Kademe 5-120 s), insanlar için zararlı ozon konsantrasyonu eşik değerinin (TLV) %37’sinde kalması nedeniyle, cihazın güvenli uygulanabilirliğine izin verilmiş ve herhangi bir toksik etki yaratmadığı “TÜV” belgesi ile bildirilmiştir (Anonymus, 2010a; 2010b; 2011c). Çalışmamızın hem *in vivo* hem de *in vitro* bölümünde kullanılan ozon cihazı, deneyler öncesinde üretici firma tarafından kalibre edilmiş ve üretici firmanın talimatları doğrultusunda her bir kök kanalına 5. kademedeki 80 s. süre ile (birbirini takip eden 40 s.’lik 2 period şeklinde) ozon gazı uygulanmıştır. Bu uygulama insanlar için zararlı ozon konsantrasyonu eşik değerinin %1’inden daha düşük seviyede kalmaktadır (Anonymus, 2011c; 2011d). Nitekim, klinik uygulamalarımızda da cihazın herhangi bir yan etkisine rastlanılmamıştır.

Süt dişlerinde kök kanal tedavisi, tek seansta bitirilebileceği gibi, birden fazla seansta da tamamlanabilmektedir. Tedavi için gerekli seans sayısına, klinik koşullar göz

önünde bulundurularak karar verilmelidir. Devital dişler için; enfeksiyon, apse ve kronik fistül varlığında ya da kanalların eksuda varlığı nedeniyle kurutulamadığı durumlarda, tedavinin birden fazla seansta bitirilmesi görüşü hakimdir (Starkey, 1980; Krakow ve ark., 1981; Whitworth ve Nunn, 1997; McDonald ve ark., 2005; Camp ve Fuks, 2006).

Pulpa nekrozu görülen süt dişleri için kanal tedavisinin birden fazla seansta yapılmasını ve seanslar arasında pulpa odası veya kanallar içerisine antibakteriyel etkinliği olan maddeler yerleştirilmesini tavsiye eden çok sayıda araştırma olmakla birlikte (Spedding, 1973; Garcia-Godoy, 1987; Rosendahl ve Grodd, 1995; Mani ve ark., 2000; Mortazavi ve Meshbahi, 2004; Coser ve ark., 2008; da Costa ve ark., 2008), süt dişi kanal tedavilerinin tek seansta tamamlanarak başarılı sonuçlar elde edilebileceğini belirten bir çok araştırma da bulunmaktadır (Coll ve ark., 1985; Coll ve ark., 1988; Barr ve ark., 1991; Nurko ve Garcia-Godoy, 1999; Sari ve Ökte, 2008; Trairatvorakul ve Chunlasikaiwan, 2008; Mendoza ve ark., 2010; Moskovitz ve ark., 2010; Nakornchai ve ark., 2010; Ramar ve Mungara, 2010).

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda gözlenen bu durum, süt dişlerinde kök kanal tedavisinde seans sayısı konusunda bir fikir birliği oluşamamasına neden olmuştur. Fakat, sürekli dişlerde tek ve çok seanslı kanal tedavileri ile ilgili yapılan çalışmalarda post-operatif iyileşme açısından herhangi bir farklılık görülmemesi, tek seanslı tedavinin zaman kazancı sağlayarak hastanın geleceği randevu sayısını azaltması, çok seanslı tedavide randevular arasında ve özellikle aşırı madde kayıplı dişlerde gözlenen; geçici dolgunun uyumunu kaybetmesi, sızıntı, kontaminasyon ve alevlenme riskini ortadan kaldırması gibi açık avantajlara sahiptir (Trope, 1991). Ayrıca, ikinci seansta da yapılabilen lokal anestezinin ya da lastik örtü uygulanması sırasında oluşan travmanın meydana getirdiği ek rahatsızlıkların, tek seanslı kanal tedavilerini çok seanslı kanal tedavilerine göre daha az ağırlı bir seçenek haline getirmesi nedeniyle mevcut çalışmamıza dahil olan, ödem ve pü drenajı olmayan tüm dişlerin kök kanal tedavileri tek seansta tamamlanmıştır.

Süt dişlerinde görülen fizyolojik kök rezorbsiyonu, sürekli dişlerde olduğu gibi rezorbe olmayan kanal dolgu materyallerinin kullanılmasını engellemektedir. Aynı zamanda süt dişlerinin fizyolojik kök rezorbsiyonu nedeniyle tam bir apikal sonlanmaya sahip olmaması, taşkın kök kanal dolgularının önlenmesini de oldukça zorlaştırmaktadır. Bu nedenle süt dişi kanallarının, apikal bölgeden taşsa bile periapikal dokular ve sürekli diş jermi üzerinde olumsuz etki göstermeyecek ve zamanla çözülerek dokulardan uzaklaşacak, rezorbe olabilen kanal dolgu patları ile doldurulması gerekmektedir (Fuks ve ark., 2002). Süt dişlerinde en çok kullanılan kanal dolgu materyalleri, tek başına veya antibakteriyel bir ajanla birlikte kullanılan çinko oksit öjenol (ZOE), kalsiyum hidroksitli patlar ve iyodoform içerikli patlardır (Spedding, 1985; Ranly, 1991; Ranly ve Garcia-Godoy, 2000). Bu bilgilere dayanarak, bizim çalışmamızda da, kök kanalları kemomekanik preparasyondan sonra kalsiyum hidroksit ve iyodoform içerikli kök kanal dolgu materyali ile hermetik bir şekilde tıkanmış ve dişler paslanmaz çelik kuron (PÇK) ile restore edilmiştir.

Bahsedilen kriter ve koşullar altında gerçekleştirdiğimiz araştırmamızın hem *in vitro* hem de *in vivo* bölümünde kullanılan ajanların antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilebilmesi için, antibakteriyel ajanın uygulanmasını takiben canlı kalan mikroorganizma sayıları CFU/ml⁻¹ cinsinden hesaplanmış ve başlangıç değerine göre meydana gelen azalmanın miktarı, daha önce yapılan çalışmalarla benzer şekilde yüzdesel olarak değerlendirilmiştir (Ercan ve ark., 2004; Wang ve ark., 2007).

Araştırmanın *in vivo* bölümünde, enfekte kök kanalında yer alan mikroorganizma sayısının diştten dişe farklılık göstermesi sebebi ile kök kanalından alınan I. ve II. mikrobiyolojik örneklerdeki mikroorganizma sayıları ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Araştırmamızın *in vivo* bölümünde; enfekte süt dişi kök kanallarından alınan I. mikrobiyolojik örneklerde elde edilen başlangıç *E. faecalis* miktarı ortalama değeri $4,13 \times 10^3$ iken, *C. albicans* miktarı ortalama değeri $3,59 \times 10^3$ dür. Her üç grupta da, enfekte süt dişi kök kanallarındaki başlangıç *C. albicans* miktarı, *E. faecalis* miktarından daha az olduğu görülmekte ve bu durum gruplar arasında da paralellik

göstermektedir. Süt dişi kök kanalında bulunan *E. faecalis* ve *C. albicans* miktarı ile ilgili bugüne kadar yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamakla birlikte, enfekte sürekli dişlerde de bu mikroorganizmaların miktarını değerlendiren bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bugüne kadar endodontik enfeksiyonlu hem süt hem de sürekli dişlerde yapılan çalışmalarda, kök kanal florası değerlendirilmiş ve süt dişlerinin de sürekli dişler gibi polimikrobiyal yapıda olduğunu belirtilmiştir (Nair, 1997; Silva ve ark., 2006).

Nair (1997), kök kanalına yerleşen bakterilerin uzun süre kök kanal sisteminin içinde bulunmasının genellikle apikal periodontitis olarak bilinen periapikal iltihabi cevaba neden olduğunu; Sjögren ve ark. (1991) ise, bakteri ve periapikal lezyon arasındaki ilişkiyi doğrular şekilde, enfekte kök kanallarında yaptıkları çalışmalarında, bu kanallarda bulunan toplam bakteri sayısının 10^3 - 10^8 arasında değiştiğini göstermiştir. Aynı zamanda, bu çalışmalarda baskın olarak bulunan türün anaerob mikroorganizmalar olduğu belirtilmiş ve antimikrobiyal ajanların etkinliği baskın tür olmaları nedeni ile anaerob izolatlar üzerinde *ex vivo* koşullarda değerlendirilmiştir.

Kök kanal mikrobiyolojisi ile ilgili olarak sürekli dişlerde gerçekleştirilen bir çok çalışmada (Bayırlı ve ark., 1992; Chavez de Paz ve ark., 2003; Sundqvist ve Figdor, 2003; Figdor ve Sundqvist, 2007; Richardson ve ark., 2009), kanal tedavilerinin başarısızlığından sorumlu fırsatçı mikroorganizmalar olan *E. faecalis* ve *C. albicans*'ın birincil kök kanal enfeksiyonlarında diğer mikroorganizmalara göre, az miktarda bulunduğu belirtilmesine rağmen, yapılan literatür taramalarında bu mikroorganizmaların birincil kök kanal enfeksiyonlarındaki esas miktarı ile ilgili bir bulguya rastlanılmaması ve daha önce de belirtildiği gibi enfekte süt dişlerinde de bulunabilen bu mikroorganizmaların değerlendirildiği bir çalışmanın da bulunmaması nedeni ile mevcut çalışmamızda enfekte süt dişi kök kanallarından izole edilen *E. faecalis* ve *C. albicans* miktarına dair elde ettiğimiz bulgular ile birebir literatür karşılaştırması yapılamamıştır.

İrrigasyon ve dezenfeksiyon işlemlerinin uygulanmasını takiben kök kanalından alınan *II. mikrobiyolojik örnek* ile kök kanallarında canlı kalabilen *E. faecalis* ve

C.albicans miktarları, çalışmamızın hem *in vitro* hem de *in vivo* bölümleri için daha önce anlatıldığı gibi CFU/ml⁻¹ cinsinden hesaplanarak değerlendirilmiş ve sayılarının 11-24 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Mikrobiyolojide koloni sayım yönteminde üreyen 350'den fazla ve 20'den aşağı sayıda olan koloniler genellikle hesaba katılmamaktadır. Ancak bu tarz işlem laboratuvarlar arasında bazı değişiklikler gösterebilmektedir. Diğer bir deyimle belirtilen bu mikroorganizma koloni limitleri kesin değildir. Böyle kısıtlamalar konmasının bazı nedenleri vardır. Bunlardan bir tanesi, çapı 10cm olan orta boydaki petri kutularında sayılabilecek veya gözle görülebilecek koloni sayısının ancak 350 kadar olabilmesidir. Bu sayıdan daha fazla olan koloniler gözle fark edilemediği gibi, mikroorganizmalara isabet eden beslenme alanı da çok daralmakta ve birçok mikroorganizma da gelişip üreyememekte ve dolayısı ile koloni oluşturmamaktadır. Böyle mikroorganizmaların oluşturdukları koloniler gözle zor ayırt edilebilir durumdadır. Bu kısıtlamaların diğer nedeni ise petri kutularında çok az sayıda üreyen mikroorganizmalar (eğer koloniler belirgin karakterde değilse) agarın içerisinde bulunan kontaminantlardan veya havadan düşen mikroorganizmalardan ileri gelme olasılığı bulunabilmektedir. Ancak farklı özellik gösteren kolonilerin tanınabilmesi nedeni ile az sayıda olan koloniler de hesaplamaaya dahil edilmektedir (Arda, 2000). Bu nedenle çalışmamızda antibakteriyel ajanın uygulanmasını takiben aldığımız *II. mikrobiyolojik örneğin* sonuçlarında mikrobiyolojik açıdan ihmal edilebilir değerler de dahil olmak üzere tüm değerler hesaplamaaya dahil edilmiştir.

Kök kanal tedavisinde başarının anahtarı ve tedavinin en önemli basamağı olan kemomekanik preparasyonda, enfekte dentin duvarının kaldırılması ve kullanılan ajanların antimikrobiyal etkinliği sayesinde, besin kaynakları kök kanallarından uzaklaştırılabilmekte ve kök kanal sisteminde oksijen gerilimi azalmaktadır. Bu durum, mikroorganizmaların, sayı ve tür olarak azalmasına yol açmaktadır (Sunqvist ve ark., 1998).

Enfekte dişlerde yer alan başlangıç mikroorganizma miktarlarının dişten dişe farklı olması nedeniyle kullanılan antibakteriyel ajanın etkinliğinin değerlendirilebilmesi

için, enfekte kök kanalında bulunan *E. faecalis* ve *C. albicans*'ın başlangıç değerine göre antibakteriyel ajanın uygulanmasından sonra göstermiş olduğu azalmanın miktarı, daha önce yapılan çalışmalarla benzer şekilde yüzdesel olarak değerlendirilmiştir (Ercan ve ark., 2004; Wang ve ark., 2007).

Buna göre, araştırmamızın hem *in vitro* hem de *in vivo* bölümünde tüm gruplarda bulunan her iki mikroorganizmanın da, kullanılan ajandan bağımsız olarak başlangıç miktarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Mevcut çalışmamıza ait bu bulgular, sadece irrigasyonun değil mekanik preparasyonun da etkisi olarak, bugüne kadar yapılan çalışmaların (Byström ve Sundqvist, 1985; Shuping ve ark., 2000; Siqueira ve ark., 2000) sonuçları ile de uyumluluk göstermektedir.

Kök kanallarının irrigasyonunda geleneksel olarak kullanılan sodyum hipokloritin etkinliğinin, konsantrasyonuna bağlı olduğu, artmış konsantrasyonun ise sitotoksikite riskinin daha fazla olduğu daha önce de belirtildiği gibi, yapılan birçok çalışma ile desteklenmektedir. Ne yazık ki, sitotoksik açıdan tehlike oluşturmeyen düşük konsantrasyonlarının da, inatçı mikroorganizmalar üzerinde yetersiz kaldığı bilinmektedir. Sodyum hipoklorit ile ilgili yapılan birkaç çalışmada %2,5'lik konsantrasyonunun kök kanallarında yeterli dezenfeksiyon sağladığı gösterilmekte ve başlangıç miktarına göre mikroorganizma miktarında yaklaşık 10^2 - 10^5 kat kadar (genellikle %95'den daha fazla bir oranda) azalma sağlayabildiği gösterilmektedir (Byström ve Sundqvist, 1985; Trepagnier ve ark., 1995; Siqueira ve ark., 2000; Siqueira ve ark., 2007; Kuştarcı ve ark., 2009). Bu sonuçlarla benzer şekilde, Menezes ve ark. (2003), *in vitro* koşullarda yaptıkları çalışmalarında, inatçı patojen mikroorganizmalardan olan *E. faecalis* ve *C. albicans*'ı yok edebilmek için %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonunun etkili ve yeterli olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmanın sonuçları ile uyumlu olarak, çalışmamızın hem *in vitro* hem de *in vivo* bölümünde, %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonunun, *E. faecalis* ve *C. albicans* suşları üzerinde (%99,9), başlangıç miktarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma meydana getirdiği görülmüştür ($p<0,05$).

Sodyum hipoklorit irrigasyonu ile ilgili yapılan çalışmalarda, ajanın etkinliğinde sadece konsantrasyonun değil temas süresinin de önemli bir faktör olduğu belirtilmekte ve bugüne kadar yapılan çalışmalarda temas süresinin 2-40 dk. arasında değiştiği görülmektedir (Siqueira ve ark., 2000; Radcliffe ve ark., 2004; Retamozo ve ark., 2010).

Retamozo ve ark. (2010), 40 dk. süresince uygulanan %5,25'lik sodyum hipokloritin, *E. faecalis*'i tamamen yok etmede etkili tek yöntem olduğunu savunmaktadır. Bu bulgular Siqueira ve ark.'nın (2000) yapmış olduğu araştırmanın bulguları ile de uyumlu olmakla birlikte, klinik olarak uygulanabilirliği mümkün değildir.

Gomes ve ark. (2001) ise, *E. faecalis* kültüründe %100 ölümün gerçekleşmesi için gerekli süreyi %0,5'lik sodyum hipoklorit için 30 dk., %2,5'lik sodyum hipoklorit için en az 10 dk., %5,25'lik sodyum hipoklorit için de 30 s. olarak belirtmiş ve çalışmanın sonunda bütün test solüsyonlarının antimikrobiyal etkiye sahip olmalarına rağmen, *E. faecalis*'i yok edebilmek için gerekli sürenin solüsyonun tipine ve konsantrasyonuna bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Sodyum hipokloritin *C. albicans* üzerindeki etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalara bakıldığında ise, Waltimo ve ark. (1997), hem %5 hem de %0,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonunun, *C. albicans* üzerinde 30 s.'de etkili olduğunu belirtirken, Vianna ve ark. (2004), bu bulgularla ters düşecek şekilde %0,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonunun *C. albicans*'ı yok edebilmesi için 30 dk. gerektiğini, %5,25'lik solüsyonun ise mikroorganizmayı 15 s.'de yok edebildiği sonucuna varmışlardır.

Radcliffe ve ark. (2004), farklı konsantrasyonlardaki sodyum hipoklorit solüsyonlarını (%0,5; %1; %2,5 ve %5,25) farklı sürelerde ve *in vitro* koşullarda uyguladıkları çalışmalarında, solüsyonun *Actinomyces naeshundii*, *C. albicans* ve *E. faecalis* suşları üzerindeki etkinliklerini değerlendirmişlerdir. %0,5'lik sodyum hipoklorit 30 dk., %1'lik sodyum hipoklorit 10 dk., %2,5'lik sodyum hipoklorit 5dk. ve %5,25'lik sodyum hipokloritin ise 2 dk.'da *E. faecalis*'in tümüne etki edebildiğini ve *C. albicans*'ın sodyum hipoklorite karşı daha duyarlı bir mikroorganizma

olduğunu, %0,5'lik solüsyonun 10 s.'lik kullanımının dahi, *C. albicans* hücrelerini yok etmede yeterli olduğu sonucuna varmışlardır.

Gülşahi ve ark. (2012), %2,5'lik sodyum hipokloritin, farklı sıcaklık ve farklı temas sürelerinde, *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerindeki etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında oda sıcaklığındaki solüsyonun 5 dk. uygulama süresinde *E. faecalis* üzerinde en etkili olduğunu; *C. albicans* üzerinde ise, solüsyonun oda sıcaklığında uygulanması yerine ısıtılarak (37 °C) ve 5 dk. uygulamanın daha etkili sonuç verdiğini ve bu sonuçlara dayanarak solüsyonun temas süresinin en az 5 dk. olması gerektiğini bildirmektedir. Mevcut çalışmamızın *in vitro* bölümünde, oda sıcaklığında, 10 ml, %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonunun, kanallara 4 bölüm halinde ve kanalda 5 dk. bekletilmek suretiyle uygulanması her iki mikroorganizma üzerinde anlamlı bir azalmaya yol açarken, *C. albicans* miktarında meydana gelen azalmanın *E. faecalis*'e göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$). Bu bulgular, Radcliffe ve ark. (2004)'nın bulguları ile benzer şekilde *C. albicans*'ın daha duyarlı bir mikroorganizma olduğunu desteklemektedir.

Ozonun ilaç direnci geliştirmeden gösterdiği yüksek antimikrobiyal etkinlik, diş hekimliğinde kök kanallarının dezenfeksiyonunda alternatif antiseptik ajan olarak kullanımını mümkün kılmaktadır (Restaino ve ark., 1995; Paraskeva ve Graham, 2002). Kök kanallarının dezenfeksiyonunda ozonun gaz ve sıvı fazındaki formları kullanılmakla birlikte, kök kanalında bulunan patojen mikroorganizmalara karşı etkinliği ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçlarının tutarlılık göstermemesi, ideal uygulama süresi ve uygun konsantrasyon hakkında yeterli bilginin elde edilememesine neden olmuştur (Nagayoshi ve ark., 2004; Arita ve ark., 2005; Bezrukova ve ark., 2005; Hems ve ark., 2005).

Nagayoshi ve ark. (2004) ise, sıvı fazdaki ozon ve %2,5'lik sodyum hipokloritin, *E. faecalis* ve *S. mutans* üzerindeki etkinliklerini *in vitro* koşullarda sıgır dişi dentini üzerinde karşılaştırdıkları çalışmalarında; dentin tübüllerini istila eden mikroorganizmalar üzerinde önemli derecede azalmaya neden olduğunu, *E. faecalis* üzerinde, %2,5'lik sodyum hipoklorit ile benzer etkinlik sergilediğini bildirmektedir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda daha çok ozonun sıvı fazındaki formu kullanılmış olmasına rağmen, bu çalışmalardan farklı olarak bizim çalışmamızda ozonun gaz formu kullanılmıştır. Bu konu ile ilgili olarak, Huth ve ark. (2006), nemli kanala uygulanan gaz formundaki ozonun da, kanal sıvıları içerisinde çözündüğünü ve dolayısıyla sıvı formdaki ozon ile aynı antibakteriyel etkiyi gösterebildiğini belirtmektedir. Bu nedenle çalışmamızın bulgularının değerlendirilmesinde ozonun sıvı formunun kullanıldığı çalışmalar da dikkate alınmıştır. Bu çalışmalar ile benzer şekilde, çalışmamızda kullandığımız ozon gazı *in vitro* koşullarda her iki mikroorganizma üzerinde %99,9; *in vivo* koşullarda *E. faecalis* üzerinde %98,7, *C. albicans* üzerinde ise %94,2 oranında ve istatistiksel olarak anlamlı bir azalmaya sebep olmuştur. %2,5'lik sodyum hipoklorit irrigasyonunun ise, her iki mikroorganizma üzerinde ozon gazına kıyasla daha etkili olduğu görülmüştür. Bu farklılığın, Nagayoshi ve ark. (2004)' nın kullandıkları sığır dişi dentin tübüllerinin daha geniş olması ile birlikte ozonun sıvı fazda kullanılmasının penetrasyon derinliğini artırarak yüksek etkinlik göstermesine bağlı olduğunu, ayrıca, bu durumun da insan dişi dentinini birebir yansıtmadığını düşünmekteyiz.

Cardoso ve ark. (2008) ise, *in vitro* koşullarda yaptıkları çalışmalarında, 24 mg/l konsantrasyonundaki sıvı fazdaki ozonun, kök kanallarını enfekte ettikleri *C. albicans* ve *E. faecalis* üzerindeki etkinliğini, antibakteriyel ajanın uygulanmasından hemen sonra aldıkları örnekler ile değerlendirmişlerdir. Sıvı fazdaki ozon ile irrigasyonu takiben aldıkları örnek ile ozonun her iki mikroorganizma üzerinde önemli derecede azalmaya sebep olduğunu ve bu etkinin *C. albicans* üzerinde daha fazla olduğunu belirtmektedir. Bizim çalışmamızda da, bu çalışmanın bulguları ile benzer şekilde, hem ozon gazı uygulamasının hem de %2,5'lik sodyum hipoklorit irrigasyonunun *in vitro* koşullarda *C. albicans* (%99,999996) üzerinde oluşturduğu etkinin *E. faecalis*'e (%99,999992) göre istatistiksel olarak daha fazla olduğu görülmüştür ($p<0,001$).

Hems ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada, ozonun, serbest halde bulunan (planktonik) *E. faecalis* hücreleri üzerinde antibakteriyel etkinliğinin olduğunu ve bu etkiyi 4 dk.'da gösterebildiğini fakat, biyofilmde yer alan *E. faecalis* hücreleri

üzerinde etkili olmadığını göstermektedir. Buna ilaveten yaptıkları çalışmada kullanılan ozonun düşük dozlarda olduğunu belirterek çalışmada kullanılan 0,68 mg/l⁻¹ ozonun mikroorganizmaları yok edebilmesinin zamana bağlı olduğunu eklemişlerdir. Estrela ve ark. (2007) ise, *E. faecalis* ile 60 gün süresince enfekte ettikleri insan sürekli diş kök kanallarında; sıvı ve gaz fazındaki ozon, %2,5'lik sodyum hipoklorit ve %2'lik klorheksidin antimikrobiyal etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında; kullanılan tüm ajanların, 20 dk.'lık temas süresinin bile *E. faecalis*'i yok etmede yetersiz olduğunu ve kök kanalından alınan tüm örneklerin pozitif özellik gösterdiğini bildirmektedirler. Mevcut çalışmamızın sonuçlarının bu çalışmalardan farklı olmasını, inkübasyon süresinin bizim çalışmamıza göre daha uzun olması nedeni ile mikroorganizmanın dentine daha derin invazyon sağlayarak daha güçlü tutunması, çalışmada kullanılan suşun farklı özellikte olması ve kullanılan ozon konsantrasyonunun farklı olması gibi yöntem farklılıklarından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Bu sonuçlara ilaveten ozonun kısa sürede *E. faecalis* gibi inatçı mikroorganizmalar üzerinde etkili olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur. Chang ve ark. (2003), *E. faecalis* ile enfekte ettikleri dişlerin kök kanallarında Healozone[®] cihazı kullanarak farklı temas sürelerinde uygulanan ozon gazının antimikrobiyal etkinliğini değerlendirmişlerdir. Bakteriyel süspansiyonun yaklaşık 10⁷ CFU/ml⁻¹ olduğu konsantrasyonlarda, 60 s. ozon uygulamasının *E. faecalis*'i yok edebilmek için yeterli etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Stoll ve ark. (2008), *E. faecalis* ile enfekte ettikleri sürekli diş kök kanallarına uygulanan %3'lük sodyum hipoklorit, %1,5'lik sodyum hipoklorit, %3'lük hidrojen peroksit, %0,2'lik klorheksidin ve Healozone[®] cihazı ile uygulanan ozon gazının etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında, kullanılan tüm ajanların etkili olmakla birlikte ozon gazının göstermiş olduğu etkinlik nedeniyle sodyum hipoklorite alternatif olabileceğini bildirmektedir.

Diğer taraftan, Kuştarıcı ve ark. (2009), *E. faecalis* ile enfekte ettikleri sürekli dişlerin kök kanallarında %2,5'lik sodyum hipoklorit, KTP lazer ve Healozone[®] cihazı ile

uygulanan ozon gazının gösterdiği antimikrobiyal etkinlikleri karşılaştırmalı olarak değerlendirdikleri çalışmalarında, ozon gazının KTP lazere göre daha fazla antimikrobiyal etkinlik sergilediğini belirtirken, en iyi sonucu %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu ile elde etmişlerdir. Ozon gazının sodyum hipoklorite alternatif olarak değil, sodyum hipoklorit ile yapılan preparasyondan sonra antimikrobiyal etkinliğin desteklenmesi amacıyla kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

Daha önce de belirtildiği gibi, ozonun kök kanal dezenfektanı olarak kullanıldığı çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, sonuçlarının tutarsız olduğu görülmektedir. Bu durum ile ilgili olarak Huth ve ark. (2009) yaptıkları çalışmaya dayanarak, ozonun etkisinin ancak doza, zamana ve test edilen suşa bağlı olarak farklılık gösterdiğini belirtmekte, fakat tüm mikroorganizma tipleri için sodyum hipokloritin ozona kıyasla daha etkili olduğunu da eklemektedir.

Nitekim yaptığımız literatür taramasında bugüne kadar, ozonun kök kanal dezenfeksiyonunda kullanılması ile ilgili yapılan çalışmalarda kullanılan mikroorganizmanın tipi ve miktarının farklı olmasının yanı sıra, kullanılan ozon konsantrasyonu ve uygulama süresinde de farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların sonuçlarının farklılık göstermesi de göz önünde bulundurulduğunda çalışmamızın *in vitro* bölümünde kullanılan ozon gazı *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerinde başlangıç miktarına göre %99,9 azalma sağlamıştır ($p < 0,001$). Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle Healozone® cihazı kullanılmıştır ve bu cihazda ulaşılan maksimum konsantrasyon yaklaşık 2100 ppm iken, OzonyTronX® cihazında yaklaşık 300.000 ppm'dir. Ayrıca OzonyTronX® cihazından salınan atomik oksijen, bakteri jermelerinin ölümüne neden olmakta ve hem O^{+2} iyonu hem de O_3 molekülü ile çift yönlü bir antibakteriyel aktivite gösterebilmektedir (Anonymus 2009b; 2010b; 2010d). Bu nedenlerden dolayı çalışmamızda daha kısa sürede, daha verimli bir antibakteriyel etki alınmış olması muhtemeldir.

Çalışmamızın *in vitro* bölümünde, kullanılan ajanların, her iki mikroorganizma üzerindeki etkinlikleri grup içinde birbirlerine göre farklılık göstermesine rağmen antibakteriyel etkinlik açısından başarı sıralaması her iki mikroorganizma tipi için

aynıdır. Bu sonuçlara göre *E. faecalis* için; sodyum hipoklorit ile yapılan irrigasyonu takiben ozon ile yapılan dezenfeksiyon yöntemi (%99,999992) tek başına yapılan sodyum hipoklorit irrigasyonu (%99,999992) ile oluşturduğu etki istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa neden olmamış, ozon gazının tek başına uygulanması (%99,999988) ise diğer gruplara göre daha düşük etkili, *C. albicans* için; sodyum hipoklorit ile yapılan irrigasyonu takiben ozon ile yapılan dezenfeksiyon yöntemi (%99,999996) tek başına yapılan sodyum hipoklorit irrigasyonu (%99,999992) ile oluşturduğu etki istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa neden olmamış, ozon gazının tek başına uygulanması (%99,999994) ise diğer gruplara göre daha düşük etkili olarak bulunmuştur ($p<0,001$). Bu sonuçlar bugüne kadar yapılan birçok çalışmanın sonuçları ile de paralellik taşımakta ve (Nagayoshi ve ark., 2004; Hems ve ark., 2005; Estrela ve ark., 2007; Müller ve ark., 2007; Cardoso ve ark., 2008; Kuştarcı ve ark., 2009; Zan ve ark., 2013) ozon gazının sodyum hipoklorite kıyasla daha düşük antibakteriyel etkinlik gösterdiğini desteklemektedir.

Fakat, bugüne kadar yapılan çalışmaların sürekli dişler üzerinde ve *in vitro* koşullarda yapılmış olması, sürekli ve süt dişlerin yapısal olarak farklılık göstermesi ve *in vitro* koşulların, *in vivo* koşulları tam olarak yansıtamaması gibi farklılıklar nedeni ile *in vivo* koşullarda da gerçekleştirdiğimiz çalışmamızın bu bölümünün, daha önce benzer bir çalışma yapılmamış olması sebebi ile literatür taramalarında birebir karşılaştırması yapılamamıştır.

Çalışmamızın *in vivo* bölümünde *E. faecalis* için; ozon gazı uygulaması (%98,7), sodyum hipokloritin tek başına uygulanmasına (%99,1) göre sayısal olarak daha düşük bir etki sağlasa da oluşan fark, istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bununla birlikte sodyum hipoklorit ve ozonun birlikte uygulandığı grupta (%99,4) görülen etki ise, diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). Çalışmamızın *in vitro* bölümünden farklı olarak, %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonunun *in vivo* koşullarda gösterdiği etkinliğe dair elde ettiğimiz bu bulgulara dayanarak, %2,5'lik sodyum hipokloritin *in vivo* koşullarda tek başına kullanılmasının, inatçı bir mikroorganizma olan *E. faecalis*'in yok edilebilmesi için yeterli olmadığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızın *in vivo* bölümünde *C.albicans* için; ozon gazı uygulaması (%94,2), sodyum hipokloritin tek başına uygulanmasına (%96,1) göre sayısal olarak daha düşük bir etki sağlasa da oluşan fark, istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bununla birlikte sodyum hipoklorit ve ozonun birlikte uygulandığı grupta (%99,3) görülen etki ise, diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). Daha önce de belirtildiği gibi, bu sonuçları karşılaştıracığımız *in vivo* koşullarda yapılmış bir çalışma bulunmamakla birlikte *C. albicans* miktarına dair elde ettiğimiz bulgular, çalışmamızın *in vitro* bulguları ile uyumluluk göstermektedir. Ayrıca, sodyum hipokloritin *E. faecalis* üzerinde, *in vivo* koşullarda, ozon ile benzer etki göstermesi ve *C. albicans* üzerinde de ozon uygulamasından daha etkili olması, daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumlu olarak *C. albicans*'ın, *E. faecalis*'e kıyasla sodyum hipoklorite karşı daha duyarlı bir mikroorganizma olduğunu göstermektedir. Mevcut çalışmamızdan elde ettiğimiz bu bulgulara dayanarak, kök kanal dezenfeksiyonunda kullanılan ozonun *E. faecalis* üzerinde sodyum hipoklorite bir alternatif olabileceğini düşünmekteyiz.

Daha önce de belirtildiği gibi, bazı çalışmalarda, ozon ile dezenfeksiyonun tek başına uygulanması yerine, sodyum hipoklorit ile yapılan şekillendirme ve temizleme işleminden sonra uygulanmasının daha etkili olacağı önerilmekte, fakat, bu yöntem ile yapılan klinik bir çalışmaya rastlanılamamıştır (Lynch, 2006; Kuştarcı ve ark., 2009; Kumari ve ark., 2012). Bu öneri ile paralel olacak şekilde çalışmamızın *in vivo* bölümüne ait bulgulara göre, sodyum hipoklorit ile yapılan irrigasyondan sonra kök kanallarının ozon gazı ile dezenfekte edilmesinin sonucunda, *C. albicans* miktarında meydana gelen azalma %99,3 iken, *E. faecalis* miktarında meydana gelen azalma %99,4'tür. Her iki mikroorganizma için de meydana gelen azalma başlangıç değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlıdır ve ajanların tek başına olan etkinliklerine göre de istatistiksel olarak daha etkilidir ($p<0,05$). Bu durumu, ozonun organik doku çözücü özelliğinin bulunmamasına ilaveten tek başına kullanıldığında organik doku varlığının, ajanın antibakteriyel etkinlik süresini kısaltmasına bağlı olarak oluşabileceğini, %2,5'lik sodyum hipoklorit solüsyonu ile yapılan irrigasyonu takiben ozon ile dezenfeksiyonun ise, hem organik dokunun uzaklaştırılmış olması sebebi ile ozonun daha etkili olacağı, hem de iki kuvvetli ajanın birlikteliğinin ilave

antibakteriyel etkinlik sağlayarak diğer gruplara oranla daha başarılı olmasına sebep olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda kullanılan tüm antibakteriyel ajanlar kendi içlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalmaya sebep olmasına rağmen, kök kanal florasının tam kapsamlı analizinin her zaman mümkün olmadığı ve kök kanalından elde edilen kültürün (negatif/pozitif) her zaman doğru olmayabileceği de unutulmamalıdır (Sathorn ve ark., 2007). Antimikrobiyal ajanın uygulanmasını takiben besin yetersizliğine düşen bakterilerden bazıları canlı fakat kültüre edilemeyen (viable-but-non-culturable (VBNC)) duruma geçebilmektedir. Ayrıca, standart kültür teknikleri ile yapılan izolasyonda endodontik bakterilerin yaklaşık %40-55'inin kültüre edilemediği belirtilmektedir (Munson ve ark., 2002; Sakamoto ve ark. 2006; Chavez de Paz ve ark., 2008).

Söz konusu olan bu iki durum, kök kanalını tam anlamıyla yansıtmamanın mümkün olmadığını ve elde edilen negatif sonuçların her zaman güvenilir olmadığını desteklemektedir. Bu konu ile ilgili olarak, Menezes ve ark. (2003) *in vitro* koşullarda yaptıkları çalışmalarında, irrigasyondan hemen sonra alınan örnek ile elde edilen sonucun negatif olmasının, kök kanalının mikroorganizmalardan tamamen arınmış olduğu anlamına gelmediğini belirtmektedir. Ancak *in vitro* koşulların her zaman *in vivo* koşulları yansıtmadığı düşüncesiyle yaptığımız çalışmamızın *in vivo* bölümünde kısa dönem içerisinde hiçbir hastada başarısızlık bulgusu ile geri dönüş olmamıştır.

Şen ve ark. (1995), mikroorganizmaların dentin kanalcıkları içerisinde 10-150 µm derinliğe kadar ulaşabildiğini, Gutierrez ve ark. (1990) ise, bu derinliğin 250 µm kadar olabildiğini, Haapasalo ve Orstavik (1987) ise, taramalı elektron mikroskobu ile yaptıkları çalışmada mikroorganizmaların dentin kanalcıkları içerisinde 1000 µm'ye kadar penetre olabildiklerini bildirmişlerdir. Buna ilaveten kullanılan kimyasal dezenfektanların dentin kanalcıkları içerisinde penetrasyon derinliklerinin sınırlı olması bakterilerin dentin kanalları içerisinde yaşamaya devam edebilmesine ve kök kanallarından alınan örneğin yanlış negatif olmasına neden olabileceğini

belirtmektedir (Şen ve ark., 1995; Berutti ve ark., 1997). Fakat, bu noktada akla gelen soru kök kanallarının preparasyonundan sonra dentin tübüllerinde kalan artık mikroorganizmaların akibetinin ne olacağıdır.

Oguntebi (1994), enfekte dentin tübüllerinin mikroorganizmalar için rezervuar görevi gördüğünü belirterek enfeksiyonun tekrarlamasına sebep olabileceğini bildirmekte iken, Grossman (1981), sürekli dişlerde, apikal ve lateral olarak hermetik bir şekilde sağlanan kök kanal dolgusundan sonra dentin tübüllerinde kalan artık mikroorganizmaların sement ve kanal dolgu materyali arasına sıkışarak yaşayamayacağını, Peters ve ark. (1995) ise, dentin tübüllerinde kalan artık bakterinin sınırlı besin kaynağı olması nedeni ile patojenik bir etkisinin olma ihtimalinin pek mümkün olmadığı gerekçesi ile tedavinin başarısızlığına neden olmayacağını, Matsuo ve ark. (2003) da benzer şekilde, dentin tübüllerinde kalan bakterilerin kanaldaki enfeksiyonun tekrarlamasına yol açmayacağını belirtmektedir.

Kök kanalından alınan mikrobiyolojik örnekte sonucun sadece negatif değil pozitif olması da, her zaman güvenileceği anlamına gelmemektedir. Çünkü kök kanalından örnek alma işlemi ağız ortamında yer alan birçok bakterinin varlığı sebebi ile düşman sınırları içerisinde gerçekleştirilmektedir. Örnek alınacak dişin ağız ortamından etkili izolasyonunun yapılamaması ya da lastik örtü kenarından sızan tükürüğün, kontaminasyona sebep olarak yanlış pozitif cevabın oluşmasına neden olabilmektedir (Sathorn ve ark., 2007).

Çalışmamızda, antibakteriyel ajanın uygulanmasından sonra alınan mikrobiyolojik kök kanal örneklerinin sonuçlarına göre, canlı kalan mikroorganizma miktarı her ne kadar ihmal edilebilen sınırlar içerisinde yer alsa da, örnek alma tekniğinin hassas olması, geleneksel kültür yönteminin kök kanalında var olandan daha az miktarı tespit edebilmesi, mikrobiyal toplulukta yer alan mikroorganizmaların hareketsiz konuma geçmeleri gibi faktörler nedeni ile gerçeğin tam olarak yansıtılmasının mümkün olmadığının unutulmaması gerekmektedir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz *in vivo* ve *in vitro* bulguları karşılaştırdığımızda; daha önce de belirtildiği gibi her iki bölüm birbiri ile paralellik göstermekle birlikte, *in vitro* bölümünde mikroorganizma miktarında görülen azalmanın, *in vivo* bölümünde görülen azalmaya göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu görülmektedir ($p<0,001$). Bu bulgular ile benzer şekilde Yeşilöz-Gökçen (2011) kavite dezenfektanı olarak kullandığı ozon gazının etkinliğini değerlendirdiği tez çalışmasında, *in vitro* koşullarda görülen mikroorganizma sayısındaki azalma miktarının *in vivo* koşullara göre daha fazla olduğunu belirtmiştir. Bu durumun *in vivo* koşulların sahip olduğu karmaşık yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir. *In vivo* koşullarda, kök kanallarında kalabilen nekrotik/canlı doku artıkları, periapikal dokudan kök kanalına girebilen serum benzeri sıvının varlığı, pH farklılıkları, diğer bakterilerin ve bakteri yan ürünlerinin varlığı, klinik koşullarda dişin apikal bölgesine antibakteriyel ajanın ulaşılabilirliğinin zayıf olması ve dentinin tamponlayıcı etkisi gibi nedenlerden, kullanılan antibakteriyel ajanın etkinliğini azaltmaktadır (Haapasalo ve ark., 2000; Portenier ve ark., 2006; Haapasalo ve ark., 2007; Morgental ve ark., 2013).

Shorrock ve Lambert (1989) yaptıkları çalışmalarında nekrotik pulpalı dişlerde, apikal açıklık aracılığı ile periapikal dokulardan kök kanalına doku sıvılarının girişi olabildiğini ve albuminin, doku sıvılarının en önemli protein bileşeni olduğunu belirtmektedir. *E. faecalis*'in, protein ve/veya karbonhidrat içeriklerinin yüzey reseptörü olarak ilişkili albumine tutunabilmesi mikroorganizmanın kök kanalına tutunmasında ilave destek oluşturarak klinik koşullarda yok edilmesini zorlaştırdığı belirtilmektedir.

Antibakteriyel ajanların etkinliğinin değerlendirildiği klinik ve laboratuvar çalışmaları arasındaki farklılığa sebep olan en önemli faktörlerden birinin de dentin dokusunun tamponlayıcı etkisi olduğu bilinmektedir. Bu konu ile ilgili olarak, laboratuvar koşullarında, dentin talaşı kullanılarak yapılan çalışmalarda, dentin dokusunun %1'lik sodyum hipokloritin antibakteriyel etkinliğini inhibe edici etkiye sahip olduğu, aynı zamanda, test materyali olarak kullanılan dentin talaşının (%18 w/v), *E. faecalis*'in yok edilme sürecini geciktirdiği görülmektedir (Haapasalo ve

ark., 2000). Dentin dokusunda yer alan hidroksiapatit yapının, sodyum hipokloritin antibakteriyel etkinliği üzerindeki etkisi ile ilgili herhangi bir veri bulunmamakla birlikte, yine de dentin talaşı örneklerinin verdiği sonuçların, sodyum hipokloritin klinik koşullarda kök kanallarında yer alan bakteriler üzerinde beklenilenden daha az etki göstermesinin olası açıklaması olarak kabul edilebileceği düşünülmektedir. (Haapasalo ve ark., 2007).

Portenier ve ark. (2001), sığır serum albümininin, kullanılan medikaman/dezenfektanın antibakteriyel etkinliğini, dentin ya da hidroksiapatit yapıya göre daha fazla azalttığını belirtmesine rağmen, Sassone ve ark. (2003), sığır serum albümininin sodyum hipokloritin antibakteriyel etkinliği üzerinde etkisinin yok ya da yok denilecek kadar az olduğunu bildirmektedir. Ayrıca, *in vivo* koşulların bu karmaşık yapısına ilaveten polimikrobiyal bir floraya hakim olması ve *in vitro* koşullarda da, izole edilen tek mikroorganizma ile çalışılmasının da klinik durumun tam olarak yansıtılamamasına neden olduğu bildirilmektedir (Porteiner ve ark., 2001; Sassone ve ark., 2003; Haapasalo ve ark., 2007). Bu araştırmaların sonuçları ile uyumlu olacak şekilde, kök kanallarının irrigasyon ve dezenfeksiyonunda *in vitro* ve *in vivo* koşullarda kullandığımız ozon gazı ve sodyum hipoklorit solüsyonunun etkinliğinin her iki koşulda da paralel olduğu görülmüştür. Ancak, *in vitro* koşullarda görülen etkinliğin *in vivo* koşullara göre daha fazla olduğu ve oluşan bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızın *in vivo* ve *in vitro* bölümlerine ait bulgularının karşılaştırılmasında mikroorganizma türlerinin azalma miktarlarının farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. *In vitro* bölümünde yer alan tüm gruplarda en çok azalma yüzdesi gösteren mikroorganizma *C. albicans* iken, *in vivo* bölümünde ise tüm gruplarda en çok azalma *E. faecalis* suşunda görülmektedir. *In vitro* koşullarda kullanılan mikroorganizmalar aynı koloni ve suş özellikleri göstermekte iken, *in vivo* koşullarda mikroorganizmalar genellikle bir yüzeye yapışarak mikrobiyal topluluk (biyofilm) oluşturma eğilimindedir. Bakterilerin bir yüzeye adezyonunun farklı genlerin ekspresyonuna ve farklı fenotiplerin gelişmesine neden olması, bazı bakteri türlerinin biyofilm içerisinde geliştiği zaman yeni ve daha virülan tipler sergileyerek,

antimikrobiyal ajanlara karşı daha dirençli hale gelmesine neden olmaktadır (Whiteley ve ark., 2001; Donlan ve Costerton, 2002). Bu durum da, kök kanallarında farklı *E. faecalis* ve *C. albicans* türlerinin bulunabilmesine ve bu türlerden hepsinin aynı özellikleri taşımayarak, bazılarının antimikrobiyallere duyarlı iken bazılarının daha dirençli olmasına sebep olmaktadır (Peciuliene ve ark., 2000). Buna ilaveten *C. albicans*'ın bir çok mikroorganizma ile gösterdiği tutunma ve kümeleşme reaksiyonları farklı mikrobiyal ortamların oluşmasına ve *C. albicans*'ın sert dokulara kolonizasyonunda önemli bir artışa sebep olmaktadır (Bagg ve Silverwood, 1986; Jenkinson ve ark., 1990; Grimaudo ve ark., 1996). Bu durum ise mikroorganizmanın daha zor uzaklaştırılmasına neden olarak, *in vivo* ve *in vitro* koşullarda görülen bu farklılığı açıklayabilmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

OzonyTronX[®] cihazı ile 80 s. ozon uygulamasının enfekte süt dişi kök kanallarında yer alan *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerindeki antibakteriyel etkinliğinin sodyum hipoklorit ile karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği çalışmamızın *in vitro* bölümünde;

- Kullanılan tüm ajanların hem *E.faecalis* hem de *C.albicans* üzerinde istatistiksel olarak anlamlı antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğu ($p<0,001$),
- Ozon uygulamasının, hem *E. faecalis* hem de *C. albicans* üzerinde, sodyum hipokloritin tek başına kullanılması ya da sodyum hipoklorit ve ozon gazının birlikte kullanılmasına göre daha düşük etki gösterdiği ($p<0,001$),
- Sodyum hipokloritin tek başına ya da ozon gazı ile birlikte kullanılmasının benzer etki oluşturduğu sonucuna varılmış ve bu sonuçlar SEM görüntüleri ile desteklenmiştir.

OzonyTronX[®] cihazı ile 80 s. ozon uygulamasının enfekte süt dişi kök kanallarında yer alan *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerindeki antibakteriyel etkinliğinin sodyum hipoklorit ile karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği çalışmamızın *in vivo* bölümünde;

- Kullanılan tüm ajanların hem *E. faecalis* hem de *C. albicans* üzerinde istatistiksel olarak anlamlı antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğu ($p<0,05$),
- Ozon uygulamasının, *E. faecalis* üzerinde, sodyum hipoklorit ile benzer etki gösterirken, ozon gazının sodyum hipoklorit ile birlikte kullanılmasının oluşan etkiyi istatistiksel olarak anlamlı derecede arttırdığı ($p<0,05$),
- Ozon uygulamasının *C. albicans* üzerinde, sodyum hipoklorite kıyasla daha düşük bir etkinliğinin olmakla birlikte, ozon gazının sodyum hipoklorit ile birlikte kullanılmasının bu etkinliği arttırdığı ($p<0,05$) sonucuna varılmıştır.

Çalışmamızın *in vivo* ve *in vitro* bölümlerine ait bulguların karşılaştırılmasında ise;

- Her iki mikroorganizmanın, her iki bölümde de paralellik taşıyarak, başlangıç miktarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı ($p<0,05$),
- *In vitro* koşullarda mikroorganizma sayısında görülen azalma miktarının *in vivo* koşullara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olduğu ($p<0,05$),
- Ancak, mikroorganizma türlerinde görülen azalma miktarlarının *in vivo* ve *in vitro* koşullarda, birbirlerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturduğu ($p<0,05$) sonucuna varılmıştır.

Enfekte kök kanallarında kullanılan ozonun etkinliğini, antibakteriyel ajanın uygulanmasını takiben aldığımız örneklerde canlı kalan mikroorganizma sayısına dayanarak değerlendirdiğimiz çalışmamızda; nötral bir ortam olan *in vitro* koşullar ile *in vivo* koşullardan elde ettiğimiz bulgular birbirini desteklemektedir. Bu bulgulara dayanarak, kök kanal dezenfeksiyonunda uygulaması kolay olan ozonun, hem *E. faecalis* hem de *C. albicans* üzerinde geleneksel irrigasyon ajanı olarak kabul edilen sodyum hipoklorit ile karşılaştırılabilir derecede antimikrobiyal etkinlik gösterdiği söylenebilmektedir. Ancak, ozonun kısa sürede gösterdiği bu etkinlik, enfekte kök kanallarında her ne kadar anlamlı bir dezenfeksiyon sağlamış olsa da, ajanın organik doku çözücü etkinliğinin bulunmaması ve maliyetinin yüksek oluşu gibi sahip olduğu bazı dezavantajlar, ozonun tek başına veya tedaviye destek olarak kullanılması ile ilgili ayrıntılı ve açık bir görüş sunulmasını gerektirmektedir. Bu nedenle yüksek antibakteriyel etkinliğe sahip olan ozon gazının endodontik tedavide bir alternatif olarak değil de, organik doku çözücü ve yüksek antibakteriyel özellikleri nedeniyle kök kanallarının dezenfeksiyonunda vazgeçilmeyen ajan olan sodyum hipoklorit ile birlikte, biyomekanik preparasyona destek olarak kullanılması ile elde edilecek kazanımların daha fazla olacağını düşünmekteyiz.

Buna karşın, sitotoksitesinin sodyum hipokloritten daha düşük olması ve uygulama süresinin kısa olması nedeni ile kooperasyonun zor kurulduğu çocuk hastalarda, kök

kanal tedavisinde, hızlı ve etkili bir dezenfeksiyon sağlaması sebebi ile geleneksel ajanlara alternatif bir ajan olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca, yaptığımız literatür taramasında ozon gazının, enfekte süt dişi kök kanalının dezenfeksiyonu için kullanıldığı ve kök kanalındaki *E. faecalis* ve *C. albicans* mikroorganizmaları üzerindeki etkinliğinin mikrobiyolojik olarak değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanılamaması nedeni ile, tez çalışmamızın sonuçlarının çocuk diş hekimliği klinik pratiğine yansıtılabileceğini ve bulgularımızın bu alanda yapılacak araştırmalara ışık tutabileceğini, fakat, klinik koşullarda uygulanan ozon tedavisinin, rezidüel antibakteriyel etkinliğinin kök kanalında kalan mikroorganizmalar üzerinde tespit edilerek, tedavinin başarısına olana etkisinin değerlendirilebilmesi için uzun dönem takipli klinik çalışmalara da ihtiyaç olduğu kanısındayız.

ÖZET

Enfekte süt dişi kök-kanalında yer alan seçilmiş odontopatojenik mikroorganizmalara karşı ozonun etkinliğinin mikrobiyolojik olarak *in vivo* ve *in vitro* koşullarda değerlendirilmesi

Bu çalışmada OzonyTronX® cihazı ile 80 s. ozon gazı uygulaması, %2,5'lik sodyum hipoklorit (NaOCI) irrigasyonu ve her iki ajanın birlikte kullanılmasının, inatçı enfeksiyonların oluşumundan sorumlu olduğu bilinen *E. faecalis* ve *C. albicans* mikroorganizmaları üzerindeki etkinliğinin *in vivo* ve *in vitro* koşullarda karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi ve *in vitro* işlemlerin SEM görüntüleri ile desteklenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızın *in vitro* bölümünde, deney materyallerinin antibakteriyel etkinlikleri *E. faecalis* ATCC 29212 ve *C. albicans* ATCC 10231 suşları ile deneysel olarak enfekte edilen süt dişi kök kanalları kullanılarak değerlendirilmiştir. Bakterilerin kök kanal örneklerine inokülasyonundan sonra, dişler rastgele olmak üzere 3 farklı gruba ayrılmış ve enfekte kök kanallarından steril kağıt kon alınan ilk örnek ile kontaminasyonun kontrolü sağlandıktan sonra çalışma gruplarına göre belirlenen irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemleri uygulanmıştır. Bu işlemleri takiben alınan mikrobiyolojik kök kanal örnekleri 2 ml RTF içeren test tüplerine aktarılmış ve canlı kalan mikroorganizma değerleri geleneksel kültür yöntemi ile CFU/ml⁻¹ cinsinden hesaplanarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızın *in vivo* bölümü, yaşları 5-10 aralığında değişen 36 çocuk hastanın klinik ve radyografik muayeneleri sonucunda ilerlemiş çürüğe bağlı olarak periapikal/ furkasyon bölgesinde lezyon bulunan ve kanal tedavisi endikasyonu konulan 36 adet alt çene süt II. azı dişinde gerçekleştirilmiştir. Antibakteriyel ajanların klinik koşullardaki mikrobiyolojik etkinliğinin değerlendirilebilmesi için, kök kanal giriş kavitesinin açılmasını takiben alınan örnek ile irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemlerini takiben alınan kök kanal örnekleri 2 ml RTF içeren test tüplerine aktarılmış ve tespit edilen mikroorganizma miktarları CFU/ml⁻¹ cinsinden hesaplanarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda, irrigasyon ve dezenfeksiyon işlemi öncesi ve sonrası alınan mikrobiyolojik kök kanal örneklerinden elde edilen veriler Wilcoxon Sıralı işaret testi ile, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olup olmadığı Kruskal-Wallis testi ile incelenmiş ve p<0,05 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Çalışmamızın *in vitro* bölümünde antibakteriyel ajanın uygulanmasını takiben alınan örneklerden elde edilen verilere göre, tüm gruplarda kullanılan ajandan bağımsız olarak, başlangıç değerlerine göre anlamlı bir azalma görülmüştür (p<0,05). Ozon gazı uygulamasının, *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerindeki antibakteriyel etkinliğinin sodyum hipoklorit solüsyonu ile karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği çalışmamızda, başarı sıralamaları her iki mikroorganizma için de; Grup 1 (%2,5'lik sodyum hipoklorit) = Grup 3 (Ozon gazı uygulaması ve %2,5'lik sodyum hipokloritin birlikte uygulaması) > Grup 2 (Ozon gazı uygulaması) ile aynı olacak şekilde tespit edilmiş ve elde edilen sonuçlar SEM görüntüleri ile desteklenmiştir.

Çalışmamızın *in vivo* bölümünde, enfekte süt dişi kök kanallarından alınan mikrobiyolojik örnekler ve antibakteriyel ajanın uygulanmasını takiben alınan örneklerden elde edilen verilere göre, tüm gruplarda kullanılan ajandan bağımsız olarak anlamlı bir azalma görülmüştür (p<0.05). Ozon gazı uygulamasının, *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerindeki antibakteriyel etkinliğinin sodyum hipoklorit solüsyonu ile karşılaştırmalı olarak

değerlendirildiği çalışmamızda, başarı sıralaması *E. faecalis* için; Grup 3 (Ozon gazı uygulaması ve %2,5'lik sodyum hipokloritin birlikte uygulaması) > Grup 1 (%2,5'lik sodyum hipoklorit) = Grup 2 (Ozon gazı uygulaması) iken, *C. albicans* için; Grup 3 (Ozon gazı uygulaması ve %2,5'lik sodyum hipokloritin birlikte uygulaması) > Grup 1 (%2,5'lik sodyum hipoklorit) > Grup 2 (Ozon gazı uygulaması) şeklindedir.

Çalışmamızdan elde edilen bulgulara dayanarak, enfekte süt dişi kök kanallarında etkili dezenfeksiyon sağlayan ozon gazının kullanım süresinin kısa olması nedeni ile özellikle kooperasyonun zor sağlandığı çocuk hastalarda süt dişi kanal tedavisinde sodyum hipoklorite alternatif olarak kullanılabileceğini, bununla birlikte antibakteriyel etkinliği artırması sebebi ile, sodyum hipoklorit solüsyonu ile birlikte kullanımının daha etkili sonuç verebileceğini düşünmekteyiz. Ancak, ozon gazı uygulamasının, tedavinin başarısına olana etkisinin değerlendirilebilmesi için uzun dönem takipli klinik çalışmalara ihtiyaç olduğu kanısındayız.

Anahtar Sözcükler: *C. albicans*, *E. faecalis*, irrigasyon, kök kanal tedavisi, kültür yöntemi, ozon, periapikal lezyon, SEM, sodyum hipoklorit

SUMMARY

An *in vitro* and *in vivo* assessment of the effectiveness of ozone application against selected odontopathogenic microorganisms in infected primary teeth root-canal

The aim of this study was to compare the antibacterial effectiveness of 80s ozone gas application via OzonyTronX[®], irrigation with 2,5% sodium hypochlorite (NaOCl) and using the combination of these two agents against *E. faecalis* and *C. albicans*, which are responsible from refractory endodontic infections, *in vitro* and *in vivo* and supported with an SEM analysis.

In the *in vitro* part of the study, the antibacterial effectiveness of the experiment materials were determined by using 54 extracted primary teeth root canal which were infected experimentally with *E. faecalis* ATCC 29212 and *C. albicans* ATCC 10231 strains. After the bacterial inoculation, the contaminated teeth were divided into 3 groups and the first microbiological samples were taken from the root canals with sterile paper points to confirm the contamination and the second microbiological samples were taken after the irrigation and disinfection to obtain the number of viable microorganisms in root canals. The paper points were transferred to tubes containing 2 ml of RTF and colonies of bacteria were counted with traditional culture methods and the results were given as CFU/ml⁻¹.

In the *in vivo* part of the study, after the clinical and radiographical examination, the root canal treatment is indicated of 36 mandibular primary molar teeth with periapical/furcation lesion of 36 children between ages 5-10 were included. After the coronal access, the root canals was prepared, the first microbiological sample was collected immediately. The second microbiological sample was collected after the chemomechanical instrumentation was completed according to the groups. The paper points were transferred to tubes containing 2mL of RTF and colonies of bacteria were counted with traditional culture methods and the results were given as CFU/ml⁻¹.

The data, which were obtained before/after irrigation and disinfection of root canals, was analyzed with Wilcoxon signed-rank test and differences between the groups were analyzed with Kruskal-Wallis tests and the level of significance determined in all analyses was set at $p < 0.05$.

According to the results of the *in vitro* part of the study, the viable microorganism counts were significantly reduced compared with the initial contamination of root canals in all groups ($p < 0.05$). The order of success of the present study, which was evaluated the effectiveness of ozone gas application compared with sodium hypochlorite irrigation and disinfection on *E. faecalis* and *C. albicans* strains, was provided that the same results for both microorganisms, as follows; Group 1 (2.5% sodium hypochlorite) = Group 3 (ozone gas application combined with 2.5% sodium hypochlorite) > Group 2 (ozone gas application) and the results are supported with an SEM analysis.

According to the results of the *in vivo* part of the study, the viable microorganism counts were significantly reduced compared with the initial contamination of root canals in all groups ($p < 0.05$). The order of success of the present study, which was evaluated the effectiveness of ozone gas application compared with sodium hypochlorite irrigation and disinfection on *E. faecalis* and *C. albicans* strains, for *E. faecalis* as follows; Group 3 (Ozone gas application combined with 2.5% sodium hypochlorite) > Group 1 (2.5% sodium hypochlorite) = Group 2 (Ozone gas application) and for *C. albicans* as follows; Group 3

(Ozone gas application combined with 2.5% sodium hypochlorite) > Group 1 (2.5% sodium hypochlorite) > Group 2 (Ozone gas application).

Based on our findings, ozone gas is used to be an alternative agent in pediatric patients with fear and anxiety, because of providing an effective disinfection with short application time in infected root canals. Furthermore, ozone gas could be an aid to sodium hypochlorite in endodontic treatment, because of increasing the antibacterial efficiency when should be used at the end of instrumentation. However, long-term follow-up clinical studies are needed to assess the effect of ozone gas application on the success rate of endodontic treatment of primary teeth with periapical/furcation lesion.

Keywords: *C. albicans*, culture method, *E. faecalis*, irrigation, ozone, periapical lesion, root canal treatment, SEM, sodium hypochlorite

KAYNAKLAR

- A.A.P.D. (2012). Guideline on pulp therapy for primary and immature permanent teeth. *Pediatr. Dent.*, **34**: 222-229.
- AAS, J.A., PASTER, B.J., STOKES, L.N., OLSEN, I., DEWHIRST, F.E. (2005). Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. *J. Clin. Microbiol.*, **43**: 5721-5732.
- ABOU-RASS, M., OGLESBY, S.W. (1981). The effects of temperature, concentration and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. *J. Endod.*, **7**: 376-377.
- AL-NEGRISH, A.R.S. (2002). Incidence and Distribution of Root Canal Treatment in the Dentition Among a Jordanian Sub Population. *Int. Dent. J.*, **52**: 125-129.
- ALAÇAM, T. (2012a). Kök Kanallarının irrigasyonu; Alaçam T. Endodonti 2. Baskı. Ankara: Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, s: 289-312.
- ALAÇAM, T. (2012b). Endodontik mikrobiyoloji ve immünoloji. Alaçam T. Endodonti. 2. Baskı. Ankara: Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, s: 495-532.
- ANDO, N., HOSHINO, E. (1990) Predominant obligate anaerobes invading the deep layers of root canal dentin. *Int. Endod. J.*, **23**: 20-27.
- ANONYMUS (2005). Ora5 Erişim: [www.ora5.com/tment.htm] Erişim tarihi: 11.07.09.
- ANONYMUS (2009a). Technolgy. Erişim: [<http://www.ozonedentistry.eu>]. Erişim tarihi: 12.06.13.
- ANONYMUS (2009b). OzonytronX. Erişim: [<http://web.mac.com/hayesdavies/ozonytron/X.html>]. Erişim tarihi: 11.06.13.
- ANONYMUS (2010a). OzonytronX. Erişim: [<http://www.ozonedentistry.eu/cgi-bin/download.cgi>] Erişim Tarihi: 15.09.2010.
- ANONYMUS (2010b). OzonytronX. Erişim: [<http://www.topikalozon.com.tr>] Erişim Tarihi: 08.05.2010.
- ANONYMUS (2010c). OzonytronX. Erişim: [<http://www.tuev-sued.de>] Erişim Tarihi: 10.07.2010
- ANONYMUS (2010d). OzonytronX. Erişim: [<http://www.medentazone.com>] Erişim Tarihi: 02.08.2010
- ARITA, M., NAGAYOSHI, M., FUKUIZUMI, T., OKINAGA, T., MASUMI, S., MORIKAWA, M., KAKINOKI, Y., NISHIHARA, T. (2005). Microbicidal efficacy of ozonated water against *Candida albicans* adhering to acrylic denture plates. *Oral Microbiol. Immunol.*, **20**: 206-210.
- AYDIN, M. (2004). *Kandida cinsi mantarlar (C.albicans)*. Ed. Cengiz, Mısırlıgil, Aydın. *Tıp ve Diş Hekimliğinde Mikrobiyoloji* Sa: 1109, Güneş Yayınevi. Ankara.
- BACKMAN, C. A., OSWAID, R. J., PITTS, D. L. (1992). A radiographic comparison of two root canal instrumentation techniques. *J. Endod.*, **18**: 19-24.
- BAGG, J., SILVERWOOD, R. W. (1986). Coagglutination reactions between *Candida albicans* and oral bacteria. *J. Med. Microbiol.*, **22**: 165-169.
- BARBARA, E. MURRAY. (1990). The life and times of Enterococcus. *Clin. Microbiol. Rev.*, **3**: 46-65.
- BARR, E., FLAITSZ, C.M., HICKS, M.J. (1991). A retrospective radiographic evaluation of primary molar pulpectomies. *Pediatr. Dent.*, **13**: 4-9.
- BASRANI, B., LEMONIE, C. (2005). Chlorhexidine gluconate. *Aust Endod J.*, **31**: 48-52.

- BAUMGARTNER, J. C., BROWN, C. M., MADER, C.I., PETERS, D. D., SCHULMAN, J. D. (1984). A scanning electron microscobic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite and citric acid. *J. Endod.*, **10**: 525-528.
- BAUMGARTNER, J. C., FALKLER, W.A. Jr. (1991). Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. *J. Endod.*, **17**: 380-383.
- BAUMGARTNER, J.C., CUENIN, P.R. (1992). Efficiency of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J. Endod.*, **18**: 605-612.
- BAUMGARTNER, J. C., WATTS, C. M., XIA, T. (2000). Occurrence of *Candida albicans* in infections of endodontic origin. *J. Endod.*, **26**: 695-698.
- BAUMGARTNER, J. C., SIQUEIRA, J.F. Jr., XIA, T., RÓÇAS, I.N. (2004). Geographical differences in bacteria detected in endodontic infections using polymerase chain reaction. *J. Endod.*, **30**: 141-144.
- BAWAZIR, O.A., SALAMA, F.S. (2007). Apical microleakage of primary teeth root canal filling materials. *J. Dent. Child. (Chic.)*, **74**:46-51.
- BAYSAN, A., WHILEY, R.A., LYNCH, E. (2000). Antimicrobial effect of a novel ozone- generating device on micro-organisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Res.*, **34**: 498-501.
- BAYSAN, A., LYNCH, E. (2005). The use of ozone in dentistry and medicine. *Prim. Dent. Care*, **12**: 47-52.
- BECKINGS, A.G. (1991). Complications in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, **71**: 346-349.
- BENDER, I.B., SELTZER, S. (2003a). Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: I. 1961. *J Endod.*, **29**: 702-6.
- BENDER, I.B., SELTZER, S. (2003b). Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: II. 1961. *J. Endod.*, **29**: 707-12.
- BERBER, V.B., GOMES, B.P., SENA, N.T., VIANNA, M.E., FERRAZ, C.C., ZAIA, A.A., SOUZA-FILHO, F.J. (2006). Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *Int. Endod. J.*, **39**: 10-17.
- BERGENHOLTZ, G. (1974). Microorganisms from necrotic pulp of traumatized teeth. *Odontol Revy.*, **25**: 347-358.
- BERGENHOLTZ, G. (1990). Pathogenic mechanisms in pulpal disease. *J Endod.*, **16**: 98-101.
- BERUTTI, E., MARINI, R., ANGERETTI, A. (1997). Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *J Endod.*, **23**: 725-727.
- BHUVA, B., PATEL, S., WILSON, R., NIAZI, S., BEIGHTON, D., MANNOCCI, F. (2010). The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular *Enterococcus faecalis* biofilms in extracted single-rooted human teeth. *Int. Endod J.*, **43**: 241-250.
- BİLGEHAN, İ.H. (1995). Klinik mikrobiyolojik tanı. Ankara, Şafak Matbaacılık. s: 240-248.
- BİSHOP, K., DUMMER, P.M.H. (1997). A comparison of stainless steel flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. *Int. Endod J.*, **30**: 25-34.
- BJORNDAL, L. (2002). Dentin and pulp reactions to caries and operative treatment: biological variables affecting treatment outcome. *Endodontic Topics*, **2**: 10-23.
- BLANCHARD, S., BOYNTON, J. (2010). Current pulp therapy options for primary teeth. *J Mich Dent Assoc.*, **92**: 38-40.
- BOCCI, V., PAULESU, L. (1990). Studies on the biological effects of ozone 1. Induction of interferon gamma on human leukocytes. *Haematologica*, **75**: 510-515.

- BOCCI, V. (2004). Ozone as janus: this controversial gas can be either toxic or medically useful. *Mediators inflamm.*, **13**: 3-11.
- BROOK, I. (2003). Microbiology and management of endodontic infections in children. *J. Clin Pediatr. Dent.*, **28**: 13-17.
- BYSTRÖM, A., SUNDQVIST, G. (1981). Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res.*, **89**: 321-328.
- BYSTRÖM, A., SUNDQVIST, G. (1983). Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **55**: 307-312.
- BYSTRÖM, A., SUNDQVIST, G. (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int. Endod J.*, **18**: 35-40.
- BYSTRÖM, A., CLAESSESON, R., SUNDQVIST, G. (1985). The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol.* **1**: 170-175.
- CAMP, J.H. (1984). Pedodontic- Endodontic Treatment. In: Cohen S, Burns R. Editors. Pathways of the Pulp. V. Baski, Toronto: Mosby Inc, s. 622-657.
- CAMP, J.H., BARRET, E.J., PULVER, F. (2002). Pediatric Endodontics. "Pathways of the pulp" VIII. Baski, Toronto: Mosby Inc, s. 797-844.
- CAMP, J.H., FUKS, A.B. (2006). Pediatric endodontics: Endodontic treatment for the primary and young permanent dentition. In: *Pathways of the Pulp*, Ed.: S. Cohen, K.M. Hargreaves. IX. Baski, Toronto, Mosby Inc, Chapter 22.
- CAMPOS, J.M., del RÍO, C. (1990). Comparison of mechanical and standard hand instrumentation techniques in curved root canals. *J Endod.*, **16**: 230-234.
- CAMPS, J.J., PERTOT, W.J. (1995). Torsional and stiffness properties of nickeltitanium K files. *Int. Endod J.*, **28**: 239-243.
- CARROTTE, P. (2005). Endodontic treatment for children. *Br Dent J.*, **198**: 9-15.
- CASADEVALL, A., PIROFSKI, L.A. (1999). Host-pathogen interactions: redefining the basic concepts of virulence and pathogenicity. *Infect Immun.*, **67**: 3703-3713.
- CHAFFIN, W.L., LOPEZ-RIBOT, J.L., CASANOVA, M., GOZALBO, D., MARTNEZ, J.P. (1998). Cell wall and secreted proteins of *Candida albicans*: identification, function, and expression. *Microbiol Mol Biol Rev.*, **62**: 130-138.
- CHANG, H.H., FULTON, C., LYNCH, E. (2003). Antimicrobial efficacy of ozone on *Enterococcus faecalis*. 81st General Session of the International Association for Dental Research. p: 1674.
- CHAVEZ de PAZ, L.E., HAMILTON, I.R., SVENSATER, G. (2008). Oral bacteria in biofilms exhibit slow reactivation from nutrient deprivation. *Microbiology.*, **154**: 1927-1938.
- CLEGG, M.S., VERTUCCI, F.J., WALKER, C., BELANGER, M., BRITTO, L.R. (2006). The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. *J Endod.*, **32**: 434-437.
- ÇALIŞKAN, K. (2006). Süt dişlerinde endodontik tedaviler. In Çalışkan K. Endodontide tanı ve tedaviler. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, s. 765-792.
- ÇOĞULU, D., UZEL, A., ONCAG, O., ERONAT, C. (2008). PCR-based identification of selected pathogens associated with endodontic infections in deciduous and permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, **106**: 443-449.
- COHEN, S., HARGREAVES, K. (2002). *Pathways of the Pulp*. Philadelphia: Mosby Elsevier, s: 398-412.
- COLEMAN, C.L., SVEC, T.A., RIEGER, M.R., SUCHINA, J.A., WANG, M.M., GLICKMAN, G.N. (1996). Analysis of nickel titanium versus stainless steel instrumentation by means of direct digital imaging. *J Endod.*, **22**: 603-607.

- COLL, J.A., JOSELL, S., CASPER, J.S. (1985). Evaluation of a one-appointment formocresol pulpectomy technique for primary molars. *Pediatr Dent.*, **7**: 123-9.
- COLL, J.A., JOSELL, S., NASSOF, S., SHELTON, P., RICHARDS, M.A. (1988). An evaluation of pulpal therapy in primary incisors. *Pediatr Dent.*, **10**: 178-84.
- COSTERTON, J.W., LEWANDOWSKI, Z., DEBEER, D., CALDWELL, D., KORBER, D., JAMES, G. (1994). Biofilms, the customized microniche. *J Bacteriol.*, **176**: 2137-2142.
- COSTERTON JW. (1999). Introduction to biofilm. *Int. J Antimicrob Agents.*, **11**: 217-221.
- DALTON, B.C., ØRSTAVIK, D., PHILIPS, C. (1998). Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *J Endod.*, **24**: 763-767.
- DAMMASCHKE, T., WITT, M., OTT, K., SCHÄFER, E. (2004). Scanning electron microscopic investigation of incidence, location, and size of accessory foramina in primary and permanent molars. *Quintessence Int.*, **35**: 699-705.
- Di PAOLO N, BOCCI, V., SALVO, D.P., PALASCIANO, G., BIAGIOLI, M., MEINI, S., GALLI, F., CIARI, I., MACCARI, F., CAPPELLETI, F., Di PAOLO, M., GAGGIOTTI, E. (2005). Extracorporeal blood oxygenation and ozonation. *Int. J Artif Organs.*, **28**: 1039-1050.
- DONLAN, R.M., COSTERTON, J.W. (2002). Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev.*, **15**: 167-193.
- DUMMETT, C.O., KOPEL, H.M. (2002). Pediatric endodontics. In Ingle JJ, Bakland LK (eds). *Endodontics*. 5. Baski, London; BC Decker Inc Hamilton, Chapter 17.
- EDDY, R.S., JOYCE, A.P., ROBERTS, S., BUXTON, T.B., LIEWEHR, F. (2005). An in vitro Evaluation of the Antibacterial Efficacy of Chlorine Dioxide on *E. faecalis* in Bovine Incisors. *J Endod.*, **31**: 672-675.
- ERCAN, E., ÖZEKINCI, T., ATAUL, F., GÜL, K. (2004). Antibacterial activity of 2% chloridine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: *in vivo* study. *J Endod.*, **30**: 84-87.
- ESTRELA, C., ESTRELA, C.R., BARBIN, E.L., SPANO, J.C., MARCHESAN, M.A., PECORA, J.D. (2002). Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J.*, **13**: 113-117.
- ESTRELA, C., ESTRELA, C.R., DECURCIO, D.A., HOLLANDA, A.C., SILVA, J.A. (2007). Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. *Int. Endod J.*, **40**: 85-93.
- ESTRELA, C., SILVA, J.A., DE ALENCAR, A.H., LELES, C.R., DECURCIO DA. (2008). Efficacy of sodium hypochlorite and chlorhexidine against *Enterococcus faecalis*--a systematic review. *J Appl Oral Sci.*, **16**: 364-368.
- FABRICUS, L., DAHLEN, G., HOLM, S.C., MÖLLER, A.J.R. (1982). Influence of combinations of oral bacteria on periapical tissues of monkeys. *Scand J Dent Res.*, **90**: 200-205.
- FOSCHI, F., NUCCI, C., MONTEBUGNOLI, L., MARCHIONNI, S., BRESCHI, L., MALAGNINO, V.A. (2004). SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int. Endod J.*, **37**: 832-839.
- FRENCKEN, J.E., WOLKE, J. (2010). Clinical and SEM assessment of ART high-viscosity glass ionomer sealants after 8-13 years in 4 teeth. *J Dent.*, **38**: 59-64.
- FUKS, A.B. (2000). Pulp therapy for the primary and young permanent dentitions. *Dent. Clin. North Am.*, **44**: 571-596.
- FUKS, A.B. (2005). Pulp therapy for the primary dentition. In: Pinkham JR, Cassamassimo PS, McTigue DJ, Fields HW, Nowak AJ, eds. *Pediatric Dentistry, Infancy through Adolescence*. 4. Baski, Missouri: Elsevier Saunders; s. 375-393.
- FUKUZAKI, S. (2006). Mechanisms of actions of sodium hypochlorite in cleaning and disinfection processes. *Biocontrol Sci*, **11**: 147-157.

- GARBEROGLIO, R., BRANNSTROM, M. (1976). Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archives of Oral Biology*, **21**: 355-362.
- GARDNER, J.F., GRAY, K.G. (1991). Chlorhexidine: Block SS. Disinfection, sterilization and preservation. 4. Baskı, Philadelphia; Lea ve Febiger, s: 251-270.
- GEREK, M., ASCI, S., YAYLALI, D.I. (2010). Ex vivo evaluation of antibacterial effects of Nd: YAG and diode lasers in root canals. *Biotechnol. & Biotechnol.*, **24**: 2031-2034.
- GOERIG, A.C., CAMP, J.H. (1983). Root canal treatment in primary teeth: a review. *Pediatr. Dent.*, **5**: 33-37.
- GÖKALP, S., DOĞAN, G.B. (2006). Türkiye Ağız-Diş Sağlığı Profili 2004. *Hacettepe Ü. Diş Hekimliği Yayınları*. Ankara, s: 112-119.
- GOMES, B.P., FERRAZ, C.C., VIANNA, M.E., 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*. *Int. Endod J.*, **34**: 424-428.
- GOMES, B.P., PINHEIRO, E.T., SOUSA, E.L., JACINTO, R.C., ZAIA, A.A., FERRAZ, C.C., DE SOUZA-FILHO, F.J. (2006). *Enterococcus faecalis* in dental root canals detected by culture and by polymerase chain reaction analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, **102**: 247-253.
- GONDIM, J.O., AVACA-CRUSCA, J.S., VALENTINI, S.R., ZANELLI, C.F., SPOLIDORIO, D.M., GIRO, E.M. (2012). Effect of a calcium hydroxide/chlorhexidine paste as intracanal dressing in human primary teeth with necrotic pulp against *Porphyromonas gingivalis* and *Enterococcus faecalis*. *Int. J Paediatr Dent.*, **22**: 116-124.
- GRIMAUDO, N.J., NESBITT, W.E., CLARK, W.B. (1996). Coaggregation of *Candida albicans* with oral *Actinomyces* species. *Oral Microbiol Immunol.*, **11**: 59-61.
- GROSSMAN, L.I. (1981). Endodontic practice. 10.Baskı, Philadelphia: Lea ve Febiger, s.: 227-325.
- GUIDA, A. (2006). Mechanism of action of sodium hypochlorite and its effects on dentin. *Minerva Stomatol.*, **55**: 471-482.
- GÜLHAN, A. (1994). Diş sürmesi ve bozuklukları. "Pedodonti" (Gülhan A)'da, İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Basım ve film merkezi, s.: 27-92
- GÜLTEKİN, M. (2004). Enterokoklar: Mikrobiyoloji, epidemiyoloji ve patogenezi. Önemli ve Sorunlu Gram Pozitif Bakteri Enfeksiyonları, Bilimsel Tıp Yayınevi: s.:121-140.
- HAAPASALO, H.K., SIREN, E.K., WALTIMO, T.M., ØRSTAVIK, D., HAAPASALO, M.P. (2000). Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *Int. Endod J.*, **33**: 126-131.
- HAAPASALO, M. P., ENDAL, U., ZANDI, H. VE COIL, J. (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics.*, **10**: 77-102.
- HAAPASALO, M., QIAN, W., PORTENIER, I., WALTIMO, T. (2007). Effects of dentin on the antimicrobial properties of endodontic medicaments. *J Endod.*, **33**: 917-925.
- HARRISON, J.W. (1984). Irrigation of the root canal system. *Dent Clin North Am.*, **28**: 797-808.
- HAUMAN, C.H., LOVE, R.M. (2003). Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. *Int. Endod J.*, **36**: 75-85.
- HELING, I., CHANDLER, P. (1998). Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *Int. Endod J.*, **31**: 8-14.
- HEMS, R.S., GULABIVALA, K., READY, D., SPRATT, D.A. (2005). An in vitro evaluation of the ability of ozone to kill a strain of *Enterococcus faecalis*. *Int. Endod J.*, **38**: 22-29.
- HIRAI, H., KOJIMA, H., MITA, M. (1988). Pathological role of microorganisms in the infected root canal. *J Conserv Dent.*, **31**: 616-625.

- HOLMES, A.R., GOPAL, P.K., JENKINSON, H.F. (1995). Adherence of *Candida albicans* to a cell surface polysaccharide receptor on *Streptococcus gordonii*. *Infect Immun.*, **63**: 1827-1834.
- HUBBLE, T.S., HATTON, J.F., NALLAPAREDDY, S.R., MURRAY, B.E., GILLESPIE, M.J. (2003). Influence of *Enterococcus faecalis* proteases and the collagen-binding protein, Ace, on adhesion to dentin. *Oral Microbiol Immunol.*, **18**: 121-126.
- HULSMANN, M., HECKENDORFF, M. VE LENNON, A. (2003). Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int. Endod J.*, **36**: 810-830.
- HUTH, K.C., JAKOB, F.M., SAUGEL, B., CAPPELLO, C., PASCHOS, E., HOLLWECK, R., HICKEL, R., BRAND, K. (2006). Effect of ozone on oral cells compared with established antimicrobials. *Eur J Oral Sci.*, **114**: 435-440.
- HUTH, K.C., QUIRLING, M., MAIER, S., KAMERECK, K., ALKHAYER, M., PASCHOS, E., WELSCH, U., MIETHKE, T., BRAND, K., HICKEL, R. (2009). Effectiveness of ozone against endodontopathogenic microorganisms in a root canal biofilm model. *Int. Endod J.*, **42**: 3-13.
- INGLE, J.I., BANKLAND, L.K., PETERS, D.L., BUCHANAN, L.S., MULLANEY, T.P. (1994). Endodontic Cavity Preparation. "Endodontics" (Ed. Ingle J.I. ve Bankland L.K.)' de. IV. Baskı, Williams ve Wilkins Inc, Baltimore, s.:166-169.
- ITO, I.Y., JUNIOR, F.M., PAULA-SILVA, F.W., da SILVA, L.A., LEONARDO, M.R., NELSON-FILHO, P. (2011). Microbial culture and checkerboard DNA-DNA hybridization assessment of bacteria in root canals of primary teethpre- and post-endodontic therapy with a calcium hydroxide/chlorhexidine paste. *Int. J Paediatr Dent.*, **21**: 353-360.
- JEANSONNE, M.J. (1994). A comparasion of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod.*, **20**: 276-279.
- JENKINSON, H.F., LALA, H.C., SHEPHERD, M.G. (1990). Coaggregation of *Streptococcus sanguis* and other *Streptococci* with *Candida albicans*. *Infect Immun.*, **58**: 1429-1436.
- JETT, B.D., HUYCKE, M.M., GILMORE, M.S. (1994). Virulence of Enterococci. *Clin. Microbiol Rev.*, **7**: 462-478.
- JOHNSEN, D. (1995). The preschool "passage": An overview of dental health. *Dent Clin North Am.*, **39**: 695-707.
- KAKEHASHI, S., STANLEY, H.R., FITZGERALD, R.J. (1965). The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **20**: 340-349.
- KANDASWAMY, D., VENKATESHBABU, N. (2010). Root canal irrigants. *J Conserv Dent.*, **13**: 256-64.
- KANTOVITZ, K.R., PASCON, F.M., ALONSO, R.C., NOBRE-DOS-SANTOS, M., RONTANI, R.M. (2008). Marginal adaptation of pit and fissure sealants after thermal and chemical stress. A SEM study. *Am J Dent.*, **21**: 377-382.
- KENNEDY, D.B., KAPALA, J.T. (1985). The dental pulp: biologic principles of protection and treatment. Chapter 24. In: BRAHAM, R.L., MORRIS, E. Textbook of pediatric dentistry 2nd ed. Baltimore, Williams-Wilkins.
- KHO, P., BAUMGARTNER, J.C. (2006). A comparison of the antimicrobial efficacy of NaOCl/Biopure MTAD versus NaOCl/EDTA against *Enterococcus faecalis*. *J Endod.*, **32**: 652-655.
- KIDD, E.A.M., BERNARD, B.G.N., WATSON, T.F. (2003). Pickard's Manual of Operative Dentistry. 8th Ed. New York: Oxford University Press, p.: 10-15.
- KISHEN, A., GEORGE, S., KUMAR, R. (2006). Enterococcus faecalis-mediated biomineralized biofilm formation on root canal dentine in vitro. *J. Biomed. Mater. Res.* **77**: 406-415.
- KOMANAPALLI, I.R., LAU, B.H.S. (1998). Inactivation of bacteriophage lambda, *Escherichia coli*, and *Candida albicans* by ozone. *Appl Microbiol Biotechnol.*, **49**: 766-769.

- KRISHNAN, I.S., SREEDHARAN, S. (2012). A comparative evaluation of electronic and radiographic determination of root canal length in primary teeth: An in vitro study. *Contemp Clin Dent.*, **3**: 416-420.
- LAW, A., MESSER, H. (2004). An evidence-based analysis of the antibacterial effectiveness of intracanal medicaments. *J Endod.*, **30**: 689-694.
- LEE, W., LIM, S., SON, H., BAE, K. (2004). Sonicated extract of *Enterococcus faecalis* induces irreversible cell cycle arrest in phytohemagglutinin-activated human lymphocytes. *J Endod.*, **30**: 209- 212.
- LEONARDO, M.R., ROSSI, M.A., SILVA, L.A.B., ITO, I.Y., BONIFACI, K.C. (2002). EM evaluation of bacterial biofilm and microorganisms on the apical external root surface of human teeth. *J Endod.*, **28**: 815-818.
- LIN, L.M., PASCON, E.A., SKRIBNER, J., GANGLER, P., LANGELAND, K. (1991). Clinical, radiographic, and histologic study of endodontic treatment failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **71**: 603-611.
- LOMÇALI, G., SEN, B. H., ÇANKAYA, H. (1996). Scanning electron microscopic observations of apical root surfaces of teeth with apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol.*, **12**: 70-76.
- LOVE, R.M. (1996a). Regional variation in root dentinal tubule infection by *Streptococcus gordonii*. *J Endod.*, **22**: 290-293.
- LOVE, R.M. (1996b). Bacterial penetration of the root canal of intact incisor teeth after a simulated traumatic injury. *Endod Dent Traumatol*, **12**: 289-293.
- LOVE, R.M. (2001). *Enterococcus faecalis* - a mechanism for its role in endodontic failure. *Int. Endod J*, **34**: 399-405.
- LOVE, R.M. (2002). The effect of tissue molecules on bacterial invasion of dentine. *Oral Microbiol Immunol*, **17**: 32-37.
- LYNCH, E. (2004). The revolution in dentistry. 1st ed. London: *Quintessence publishing co. ltd.* s.: 205-230.
- MAROTO, M., BARBERIA, E., PLANELLS, P., GARCÍA-GODOY, F. (2005). Dentin bridge formation after mineral trioxide aggregate (MTA) pulpotomies in primary teeth. *Am. J. Dent.*, **18**: 151-154.
- MARSH, P.D. (2003). Are dental diseases examples of ecological catastrophes? *Microbiology*, **149**: 279-294.
- MARSH, S.J., LARGENT, M.D. (1967). A bacteriological study of the pulp canals of infected primary molars. *J Dent Child*, **34**: 460-470.
- MARSHALL, G.W., Jr. (1993). Dentin: microstructure and characterization. *Quintessence International*, **24**: 606-617.
- McDONALD, R.E., AVERY, D.R., DEAN, J. A. (2000). Treatment of deep caries, vital pulp exposure, and pulpless teeth. In: McDonald, R.E., Avery, D.R.: *Dentistry for the child and adolescent*, p. 413, Seventh edition, Mosby, USA.
- MENDOZA, A.M., REINA, J.E., GARCIA-GODOY, F. (2010). Evolution and prognosis of necrotic primary teeth after pulpectomy. *Am J Dent*, **23**: 265-268.
- MENEZES, A.C., ZANET, C.G., VALERA, M.C. (2003). Smear layer removal capacity of disinfectant solutions used with and without EDTA for the irrigation of canals: a SEM study. *Pesquisa Odontológica Brasileira*, **17**: 349-355.
- MERCADE, M., DURAN-SINDREU, F., KUTTLER, S., ROIG, M., DURANY, N. (2009). Antimicrobial efficacy of 4.2% sodium hypochlorite adjusted to pH 12, 7.5, and 6.5 in infected human root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **107**: 295-298.
- MICKEL, A.K., NGUYEN, T.H., CHOGLE, S. (2003). Antimicrobial activity of endodontic sealers on *enterococcus faecalis*. *J Endod.* **29**: 257-258.

- MILLAR, B.J., HODSON, N. (2007). Assessment of the safety of two ozone delivery devices. *Journal of Dentistry*, **35**: 195-200.
- MOHAMMADI, Z. (2008). Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int. Dent J*, **58**: 329-341.
- MOHAMMADI, Z., GIARDINO, L., PALAZZI, F. (2013). Evaluation of the antifungal activity of four solutions used as a final rinse in vitro. *Aust Endod J*, **39**: 31-34.
- MOLANDER, A., REIT, C., DAHLEN, G., KVIST, T. (1998). Microbial status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int. Endod J*, **31**: 1-7.
- MÖLLER, A.J. (1966). Microbial examination of root canals and periapical tissues of human teeth. *Thesis Odontol Tidskr. spec 74*. In: ÖNÇAĞ, Ö., ÇOĞULU, D., UZEL, A. (2006). Efficacy of various intracanal medicaments against *Enterococcus faecalis* in primary teeth: an in vivo study. *J Clin Pediatr Dent.*, **30**: 233-237.
- MONIKA, C.M., FRONER, I.C. (2006). A scanning electron microscopic evaluation of different root canal irrigation regimens. *Brazilian Oral Research*, **20**: 235-240.
- MONTEIRO J, DAY P, DUGGAL M, MORGAN C, RODD H. (2009). Pulpal status of human primary teeth with physiological root resorption. *Int. J. Paediatr. Dent.*, **19**: 16-25.
- MOORE, T.R., KENNEDY, D.B. (2006). Bilateral space maintainers: a 7-year retrospective study from private practice. *Pediatr. Dent.*, **28**: 499-505.
- MORGENTAL, R.D., SINGH, A., SAPPAL, H., KOPPER, P.M., VIER-PELISSER, F.V., PETERS, O.A. (2013). Dentin inhibits the antibacterial effect of new and conventional endodontic irrigants. *J Endod.*, **39**: 406-410.
- MOSKOVITZ, M., YAHAV, D., TICKOTSKY, N., HOLAN, G. (2010). Long-term follow up of root canal treated primary molars. *Int. J. Paediatr. Dent.*, **20**: 207-13.
- MULHERN, J.M., PATTERSON, S.S., NEWTON, C.W., RINGEL, A.M. (1982). Incidence of postoperative pain after one-appointment endodontic treatment of asymptomatic pulpal necrosis in single-rooted teeth. *J Endod.*, **8**: 370-375.
- MÜLLER, P., GUGGENHEIM, B., SCHMIDLIN, P.R. (2007). Efficacy of gasiform ozone and photodynamic therapy on a multispecies oral biofilm in vitro. *Eur J Oral Sci*, **115**: 77-80.
- MUNSON, M.A., PITT-FORD, T., CHONG, B., WEIGHTMAN, A., WADE, W.G. (2002). Molecular and cultural analysis of the microflora associated with endodontic infections. *J Dent Res*, **81**: 761-766.
- NAGAYOSHI, M., FUKUIZUMI, T., KITAMURA, C., YANO, J., TERASHITA, M., NISHIHARA, T. (2004). Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiol Immunol*, **19**: 240-246.
- NAIR, P.N.R., SJÖGREN, U., KREY, G., KAHNBERG, K.E., SUNDQVIST, G. (1990). Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod.*, **16**: 580-588.
- NAIR, P.N.R. (1997). Apical periodontitis: a dynamic encounter between root canal infection and host response. *Periodontology 2000.*, **13**: 121-148.
- NAIR, P.N.R. (2006). On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int. Endod. J.*, **39**: 249-281.
- NAKORNCHAI, S., BANDITSING, P., VISETRATANA, N. (2010). Clinical evaluation of 3Mix and Vitapex as treatment options for pulpally involved primary molars. *Int. J. Paediatr. Dent.*, **20**: 214-21.
- NEUT, D., VAN, DE, BELT, H., STOKROOS, I., VAN, HORN, JR, VAN, DER, MEI, H.C., BUSSCHER, H.J. (2001). Biomaterial-associated infection of gentamicin- loaded PMMA beads in orthopaedic revision surgery. *J. Antimicrob. Chemother.*, **47**: 885-891.

- NIU, W., YOSHIOKA, T., KOBAYASHI, C., SUDA, H. (2002). A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int. Endod J.*, **35**: 934-939.
- NOETZEL, J., NONHOFF, J., BITTER, K., WAGNER, J., NEUMANN, K., KIELBASSA, A.M. (2009). Efficacy of calcium hydroxide, Er:YAG laser or gaseous ozone against *Enterococcus faecalis* in root canals. *Am J Dent.*, **22**: 14-18.
- NURKO, C., GARCIA-GODOY, F. (1999). Evaluation of a calcium hydroxide/iodoform paste (Vitapex) in root canal therapy for primary teeth. *J. Clin. Pediatr. Dent.*, **23**: 289-294.
- OGUNTEBİ, B.R. (1994). Dentine tubule infection and endodontic therapy implications. *Int. Endod J.*, **27**: 218-222.
- OLIET, S. (1983). Single-visit endodontics: a clinical study. *J Endod.*, **9**: 147-152.
- ORBAN, B.J. (1957). Oral histology and embryology, ed 4. St. Louis, Mosby. In: COHEN, S., BURNS, R.C. (2002). Pathways of the pulp. Mosby, Chapter 16.
- ORSTAVIK, D., HAAPASALO, M. (1990). Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol*, **6**: 142-149.
- ÖNÇAĞ, Ö., HOŞGÖR, M., HILMIOĞLU, S., ZEKİOĞLU, O., ERONAT, C., BURHANOĞLU, D. (2003). Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. *Int. Endod J.*, **36**: 423- 432.
- ÖNÇAĞ, Ö., ÇOĞULU, D., UZEL, A. (2006). Efficacy of various intracanal medicaments against *Enterococcus faecalis* in primary teeth: an in vivo study. *J Clin Pediatr Dent.*, **30**: 233-237.
- ÖZDEMİR, H.O., BUZOĞLU, H.D., CALT, S., STABHOLZ, A., STEINBERG, D. (2010). Effect of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite irrigation on *Enterococcus faecalis* biofilm colonization in young and old human root canal dentin: in vitro study. *J Endod.*, **36**: 842-846.
- PARASKEVA, P., GRAHAM, N.J.D. (2002). Ozonation of municipal wastewater effluents. *Water Environment Research.*, **74**: 569-581.
- PARMANAND, J.D. (2002). Hypodontia: Etiology, clinical features, and management. *Quintess Int* **33**: 294-302
- PASHLEY, E.L., BIRDSONG, N.L., BOWMAN, K., PASHLEY, D.H. (1985). Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod.*, **11**: 525-528.
- PASHLEY, D.H. (1990). Clinical considerations in microleakage. *J Endod.*, **16**: 70-77.
- PASTER, B.J., BOCHES, S.K., GALVIN, J.L., ERICSON, R.E., LAU, C.N., LEVANOS, V.A., SAHASRABUDHE, A., DEWHIRST, F.E. (2001). Bacterial diversity in human subgingival plaque. *J Bacteriol.*, **183**: 3770-3783.
- PATTANAIK, B., JETWA, D., PATTANAIK, S., MANLEKAR, S., NAITAM, D.S., DANİ, A. (2011). Ozone therapy in dentistry: A literature review. *Journal of Interdisciplinary Dentistry* 2011 / Vol-1 / Issue-2, 87-5.
- PAZELLI, L.C., FREITAS, A.C., ITO, I.Y., SOUZA-GUGELMIN, M.C., MEDEIROS, A.S., NELSON-FILHO, P. (2003). Prevalence of microorganisms in root canals of human deciduous teeth with necrotic pulp and chronic periapical lesions. *Pesqui Odontol Bras.*, **17**: 367-371.
- PECIULIENE, V., BALCIUNIENE, I., ERIKSEN, H.M., HAPASALO, M. (2000). Isolation of *Enterococcus faecalis* in previously root- filled canals in Lithuanian population. *J. Endod.*, **26**: 593-595.
- PERDIGÃO, J., LOPES, M., GERALDELI, S., LOPES, G.C, GARCIA- GODOY, F. (2000). Effect of a sodium hypochloride gel on dentin bonding. *Dent. Mater.*, **16**: 311-323.
- PETERS, L.B., WESSELINK, P.R., MOORER, W.R. (1995). The fate and the role of bacteria left in root dentinal tubules. *Int. Endod. J.*, **28**: 95-99.

- PETERS, L.B., WESSELINK, P.R., MOORER, W.R. (2000). Penetration of bacteria in bovine root dentine in vitro. *Int. Endod J.* **33**: 28-36.
- PETERS, L.B., WESSELINK, P.R., BUIJS, J.F., van WINKELHOFF, A.J. (2001). Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *J Endod.* **27**: 76-81.
- PETERS, L.B., WESSELINK, P.R., VAN WINKELHOFF, A.J. (2002). Combinations of bacterial species in endodontic infections. *Int. Endod J.*, **35**: 698-702.
- PINHEIRO, E.T., GOMES, P.B.F.A., FERRAZ, C.C.R., TEIXEIRA, F.B., ZAIA, A.A., SOUZA-FILHO, F.J. (2003). Evaluation of root canal microorganisms isolated from teeth with endodontic failure and their antimicrobial susceptibility. *Oral Microbiol Immunol.*, **18**: 100-103.
- PORTENIER, I., HAAPASALO, H., RYE, A., WALTIMO, T., ØRSTAVIK, D., HAAPASALO, M. (2001). Inactivation of root canal medicaments by dentine, hydroxylapatite and bovine serum albumin. *Int. Endod J.*, **34**: 184-188.
- PORTENIER, I., WALTIMO, T., HAAPASALO, M. (2003). *Enterococcus faecalis*-the root canal survivor and star in post treatment disease. *Endodontic Topics.*, **6**: 135-159.
- PRADO, M., SANTOS, JÚNIOR H.M., REZENDE, C.M, PINTO, A.C., FARIA, R.B., SIMÃO, R.A., GOMES, B.P. (2013). Interactions between irrigants commonly used in endodontic practice: a chemical analysis. *J. Endod.*, **39**: 505-510.
- RAMAR, K., MUNGARA, J. (2010). Clinical and radiographic evaluation of pulpectomies using three root canal filling materials: an in-vivo study. *J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent.*, **28**: 25-29.
- RANLY, D.M. (1999). Pulp therapy at the turn of the century. *Pediatric Dentistry*, **21**: 384-386.
- RANLY, D.M., GARCIA-GODOY, F. (2000). Current and potential pulp therapies for primary and young permanent teeth. *J. Dent.*, **28**: 153-161.
- REDDY, S., RAMAKRISHNA, Y. (2007). Evaluation of antimicrobial efficacy of various root canal filling materials used in primary teeth: a microbiological study. *J Clin Pediatr Dent.*, **31**: 193-198.
- RESTAINO, L., FRAMPTON, E.W., HEMPHILL, J.B., PALNIKAR, P. (1995). Efficacy of ozonated water against various food-related microorganisms. *Appl Environ Microbiol.*, **61**: 3471-3475.
- RETAMOZO, B., SHABAHANG, S., JOHNSON, N., APRECIO, R.M., TORABINEJAD, M. (2010). Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate *Enterococcus faecalis*. *J Endod.*, **36**: 520-523.
- RIBOT, J.L., CASANOVA, M., GOZALBO, D., MARTNEZ, J.P. (1988). Cell wall and secreted proteins of *Candida albicans*: identification, function, and expression. *Microbiol Mol Biol Rev.*, **62**: 130-138.
- ROANE, J.B., SABALA, C.L., DUNCANSON, M.G. (1985). The balanced force concept for instrumentation of curved canals. *J Endod.*, **11**: 203-211.
- ROÇAS, I.N., SIQUEIRA, J.F., SANTOS, K.R.N. (2004). Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod.*, **30**: 315-320.
- RODD, H.D., BOISSONADE, F.M. (2006). Immunocytochemical investigation of immune cells within human primary and permanent tooth pulp. *Int. J. Paediatr. Dent.*, **16**: 2-9.
- ROPER, M. J., WHITE, J. M., GOODIS, H. E., GEKELMAN, D. (2010). Two-dimensional changes and surface characteristics from an erbium laser used for root canal preparation. *Lasers Surg Med.*, **42**: 379-383.
- RUVIÉRE, D.B., LEONARDO, M.R., DA SILVA, L.A., ITO, I.Y., NELSON-FILHO, P. (2007). Assessment of the microbiota in root canals of human primary teeth by checkerboard DNA-DNA hybridization. *J Dent Child.*, **74**: 118-123.

- SABALA, C.L., POWELL, S.E. (1989). Sodium hypochlorite injection into periapical tissues. *J Endod.*, **15**: 490-492.
- SAFAVIKE, S.P.A., SPANGBERG, L.S.W., LANGE LAND, K. (1990). Root canal dentinal tubule disinfection. *J Endod.*, **16**: 207-210.
- SAHARA, N., OKAFUJI, N., TOYOKI, A., ASHIZAWA, Y., YAGASAKI, H., DEGUCHI, T., SUZUKI, K. (1993). A histological study of the exfoliation of human deciduous teeth. *J Dent Res.*, **72**: 634-640.
- SAINI, R. (2011). Ozone therapy in dentistry: A strategic review. *J Nat Sci Biol Med.*, **2**: 151-153.
- SAKAMOTO, M., RÔÇAS, I.N., SIQUEIRA, J.F. Jr. BENNO, Y. (2006). Molecular analysis of bacteria in asymptomatic and symptomatic endodontic infections. *Oral Microbiol Immunol.*, **21**: 112-122.
- SALEH, I.M., RUYTER, I.E., HAAPASALO, M.P., ORSTAVIK, D. (2003). Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *J Endod.*, **29**: 595-601.
- SALEH, I. M., RUYTER, I. E., HAAPASALO, M., ORSTAVIK, D. (2004). Survival of enterococcus faecalis in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro. *Int. Endod J.*, **37**: 193-198.
- SANDERINK, G.C.H, HUISKENS, R., VAN DER STELT, P.F., WELANDER, U.S., STHEEMAN, S.E. (1994). Image quality of direct digital intraoral X-ray sensors in assessing root canal length. The Radiovisiography, Visualix/vixa, Sens-A-Ray and Flash Dent systems compared with Ektaspeed films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **78**: 125-132.
- SARI, S. (1997). Süt dişlerinin kök ve kanal morfolojisi ile kök rezorpsiyonunun endodontik uygulamalara etkisinin in vivo ve in vitro koşullarda araştırılması. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- SARI, S., ARAS, S., GUNHAM, O. (1999). The effect of physiological root resorption on the histological structure of primary tooth pulp. *J Clin Pediatr Dent.*, **23**: 221-225.
- SARI, Ş., ARAS, Ş. (2002). Süt molar dişlerde kök-kanal morfolojisi. *AÜ Diş Hek Fak Derg.*, **29**.
- SARI, S., OKTE, Z. (2008). Success rate of Sealapex in root canal treatment for primary teeth: 3-year follow-up. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, **105**: 93-96.
- SASA, I.S., HASAN, A.A., QUDEIMAT, M.A. (2009). Longevity of band and loop space maintainers using glass ionomer cement: a prospective study. *Eur Arch Paediatr Dent.*, **10**: 6-10.
- SASSONE, L.M., FIDEL, R., FIDEL, S., VIEIRA, M., HIRATA, R., Jr. (2003). The influence of organic load on the antimicrobial activity of different concentrations of NaOCl and chlorhexidine in vitro. *Int. Endod J.*, **36**: 848-852.
- SCHENKEIN, H.A., BURMEISTER, J.A., KOERTGE, T.E., BROOKS, C.N., BEST, A.M., MOORE, L.V., MOORE, W.E. (1993). The influence of race and gender on periodontal microflora. *J Periodontol.*, **64**: 292-296.
- SCHOOP, U., MORITZ, A., KLUGER, W. (2002). The Er:YAG laser in endodontics: results of an in vitro study. *Lasers Surg Med.*, **30**: 360-364.
- SCHRÖDER, U., HEIDE, S., HÖSKULDSSON, E., ROLLING, I. (1994). Endodontics, Chapter 12, in: KOCH, G., MODEER, T. PAULSEN, S., RASMUSSEN, P. Pedodontics- a clinical approach. 1st ed., Munksgaard, Copenhagen.
- SEIDLER, V., LINETSKIY, I., HUBÁLKOVÁ, H., STAŇKOVÁ, H., ŠMUCLER, R., MAZÁNEK, J. (2008). Ozone and Its Usage in General Medicine and Dentistry A Review Article. *Prague Medical Report.*, **109**: 5-13.
- SELTZER, S. (1988). Endodontology: Biologic Considerations in Endodontic Procedures. 2nd ed. Philadelphia, Lea ve Febiger, s: 326-344.

- ŞEN, B.H., PİŞKİN, B., DEMİRCİ, T. (1995). Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM. *Endod Dent Traumatol.*, **11**: 6-9.
- ŞEN, B.H., SAFAVI, K.E., SPANGBERG, L.S. (1997a). Growth patterns of *Candida albicans* in relation to radicular dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, **84**: 68-73.
- ŞEN, B.H., SAFAVI, K.E., SPANGBERG, L.S. (1997b). Colonization of *Candida albicans* on cleaned human dental hard tissues. *Arch Oral Biol.* **42**: 513-520.
- SENIA, E.S., MARSHALL, F.J., ROSEN, S. (1971). The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **31**: 96-103.
- SENIA, E.S., MACARRO, R.V., MITCHELL, J.L., LEWIS, A.G., THOMAS, L. (1975). Rapid sterilization of gutta percha cones with 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.*, **1**: 136-140.
- SHORROCK, P.J., LAMBERT, P.A. (1989). Binding of fibronectin and albumin to *Enterococcus* (*Streptococcus*) *faecalis*. *Microbial Pathogenesis.* **6**: 61-67.
- SHUPING, G.B., ØRSTAVIK, D., SIGURDSSON, A. (2000). Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *J Endod.*, **26**: 271-275.
- SILVA, L.A., LEONARDO, M.R., NELSON-FILHA, P., TANOMARU, J.M. (2004). Comparison of rotary and manual instrumentation techniques on cleaning capacity and instrumentation time in deciduous molars. *J Dent Child (Chic.)*, **71**: 45-47.
- SIM, T.P., KNOWLES, J.C., NG, Y.L., SHELTON, J., GULABIVALA, K. (2001). Effect of sodium Hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int. Endod J.*, **34**: 120-132.
- SIQUEIRA, J.F. Jr., MACHADO, A.G., SILVEIRA, R.M., LOPES, H.P., DE UZEDA, M. (1997). Evaluation of the effectiveness of sodium hypochloride used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* form the root canal in vitro. *Int. Endod J.*, **30**: 279-282.
- SIQUEIRA, J.F., ROÇAS, I.N., FAVIERI, A., LIMA, K.C. (2000). Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.*, **26**: 331-334.
- SIQUEIRA, J. F., Jr., LOPES, H. P. (2001). Bacteria on the apical root surfaces of untreated teeth with periradicular lesions: a scanning electron microscopy study. *Int. Endod J.*, **34**: 216-220.
- SIQUEIRA, J.F. Jr. (2002). Endodontic infections: concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, **94**: 281-293.
- SIQUEIRA, J.F. Jr, LIMA, K.C. (2002). *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus xylosus* in a secondary root canal infection with persistent symptoms: a case report. *Aust Endod J.*, **28**: 61-63.
- SIQUEIRA, J.F. Jr., ROÇAS, I.N., LOPES, H.P., MAGALHAES, F.A., de UZEDA, M. (2003). Elimination of *Candida albicans* infection of the radicular dentin by intracanal medications. *J Endod.*, **29**: 501-504.
- SIQUEIRA, J.F. Jr., SEN, B.H. (2004). Fungi in endodontic infections. *Oral Surg Oral Med Oral Path Oral Rad and Endod.*, **97**: 632-641.
- SIQUEIRA, J.F. Jr., RÔÇAS, I.N. (2005). Exploiting molecular methods to explore endodontic infections: Part 2--Redefining the endodontic microbiota. *J Endod.*, **31**: 488-498.
- SIQUEIRA, J.F. Jr., JUNG, I.Y., ROCAS, I.N., LEE, C.Y. (2005). Differences in prevalence of selected bacterial species in primary endodontic infections from two distinct geographic locations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, **99**: 641-647.
- SIQUEIRA, J.F. JR, PAIVA, S.S., RÔÇAS, I.N. (2007a). Reduction in the cultivable bacterial populations in infected root canals by a chlorhexidine-based antimicrobial protocol. *J Endod.*, **33**: 541-547.

- SIQUEIRA, J.F. JR, GUÍMARÃES-PINTO, T., RÔÇAS, I.N. (2007b). Effects of chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite and intracanal medication with calcium hydroxide on cultivable bacteria in infected root canals. *J Endod.*, **33**: 800-805.
- SIQUEIRA, J.F. Jr. (2008). Microbiology of apical periodontitis. In: Orstavik D, Pitt Ford T editors. Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis. 2nd ed. Oxford, UK: Blackwell Munksgaard Ltd.
- SIQUEIRA, J.F. Jr., RÔÇAS, I.N. (2009). The microbiota of acute apical abscesses. *J Dent Res.*, **88**: 61-65.
- SIRINIAN, G., SHIMIZU, T., SUGAR, C., SLOTS, J., CHEN, C. (2002). Periodontopathic bacteria in young healthy subjects of different ethnic backgrounds in Los Angeles. *J Periodontol.*, **73**: 283-288.
- SJÖGREN, U., FIGDOR, D., SPÅNGBERG, L., SUNDQVIST, G. (1991). The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int. Endod J.*, **24**: 119-125.
- SPANGBERG, L., ENGSTROM, B., LANGE LAND, K. (1973). Biologic effect of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics. In Vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **36**: 856-870.
- SPEEDING, R.H. (1985). Incomplete resorption of zinc oxide root canal fillings in primary teeth. Report of two cases. *J Dent Child.*, **52**: 214-6.
- STRANGE, D.M., SEALE, N.S., NUNN, M.E., STRANGE, M. (2001). Outcome of formocresol/ZOE sub-base pulpotomies utilizing alternative radiographic success criteria. *Pediatr. Dent.*, **23**: 331-336.
- STUART, C.H., SCHWARTZ, S.A., BEESON, T.J. (2006). Enterococcus faecalis: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod.*, **32**: 93-98.
- SUNDQVIST, G. (1992a). Associations between microbial species in dental root canal infections. *Oral Microbiol Immunol.* **7**: 257-262.
- SUNDQVIST, G. (1992b). Ecology of the root canal flora. *J Endod.*, **18**: 427-430.
- SUNDQVIST G. (1994). Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **78**: 522-530.
- SUNDQVIST, G., FIGDOR, D. (1998). Endodontic treatment of apical periodontitis. In: Orstavik D and Pitt Ford TR, editors. Essential Endodontology. Oxford: Blackwell Science; s: 395-410.
- SUNDQVIST, G., FIGDOR, D., PERSSON, S., SJÖGREN, U. (1998). Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, **85**: 86-93.
- SUNDQVIST, G., FIGDOR, D. (2003). Life as an endodontic pathogen. *Endod Topics.*, **26**: 3-8.
- TAGGER, E., TAGGER, M.: Endodontic treatment of primary teeth. In: Orstavik, D, Ford,P.:Essential Endodontology (Prevention and treatment of apical periodontitis). P: 106, First edition, Blackwell publishing, USA, 1998.
- TANOMARU-FILHO, M., JORGE, E.G., DUARTE, M.A., GONÇALVES, M., GUERREIRO-TANOMARU, J.M. (2009). Comparative radiographic and histological analyses of periapical lesion development. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, **107**: 442-447.
- THAMAN D., SOOD P. (2012). Ozone therapy in conservative dentistry and endodontics: an overview. *Indian J Stomatol.*, **3**: 165-169.
- TİRALİ, R.E. (2009). Endodontide İrrigasyon Solüsyonları. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, **3**: 368-373.
- TİRALİ, R.E., BODUR, H., ECE, G. (2012). In vitro antimicrobial activity of sodium hypochlorite, chlorhexidine gluconate and octenidine dihydrochloride in elimination of microorganisms within dentinal tubules of primary and permanent teeth. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.*, **17**: 517-522.

- TORABINEJAD, M., KHADEMI, A. A., BABAGOLI, J., CHO, Y., JOHNSON, W. B., BOZHILOV, K., KIM, J., SHABAHANG, S. (2003). A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod.*, **29**: 170-175.
- TORTORA, G.J., FUNKE, B.R., CASE, C.L. (1998). Microbiology - An Introduction, 6th edn. Menlo Park, CA: Benjamin/Cummings Publ. Comp.
- TOYOSHIMA, Y., FUKUSHIMA, H., INOUE, J.I., SASAKI, Y., YAMAMOTO, K., KATAO, H., OZAKI, K., MORITANI, Y., SAITO, T., HIEDA, T. (1988). A bacteriological study of periapical pathosis on deciduous teeth. *Shoni Shikagaku Zasshi.*, **26**: 449-458.
- TREPAGNIER, C.M., MADDEN, R.M., LAZZARI, E.P. (1995). Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vitro endodontic irrigant. *J Endod.*, **21**: 253-257.
- TROPE, M. (1991). Flare-up rate of single-visit endodontics. *Int. Endod J.*, **24**: 24-27.
- TUREK, T., LANGE LAND, K. (1982). A light microscopic study of the telescopic and Giromatic preparation of root canals. *J Endod.*, **8**: 437-445.
- VALACCHI, G., BOCCI, V. (2000). Studies on the biological effects of ozone.:11. release of factors from human endothelial cells. *Mediators inflamm.*, **9**: 271-276.
- VAZIRI, S., KANGARLOU, A., SHAHBAZI, R., NAZARI, NASAB, A., NASERI, M. (2012). Comparison of the bactericidal efficacy of photodynamic therapy, 2.5% sodium hypochlorite, and 2% chlorhexidine against Enterococcus faecalis in root canals; an in vitro study. *J Dent Res.*, **9**: 613-618.
- VIANNA, M.E., GOMES, B.P., BERBER, V.B., ZAIA, A.A., FERRAZ, C.C., de SOUZA- FILHO, F.J. (2004). In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, **97**: 79-84.
- VIANNA, M.E., GOMES, B.P. (2009). Efficacy of sodium hypochlorite combined with chlorhexidine against Enterococcus faecalis in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, **107**: 585-589.
- VINEET, D., TANDON, S. (2000). Comparative evaluation of marginal integrity of two new fissure sealants using invasive and non-invasive techniques: a SEM study. *J Clin Pediatr Dent.*, **24**: 291-297.
- WALTIMO, T.M., SIRÉN, E.K., TORKKO, H.L., OLSEN, I., HAAPASALO, M.P. (1997). Fungi in therapy-resistant apical periodontitis. *Int. Endod J.*, **30**: 96-101.
- WALTIMO, T.M., ØRSTAVIK, D., SIREN, E.K., HAAPASALO, M.P. (1999). In vitro susceptibility of Candida albicans to four disinfectants and their combinations. *Int. Endod J.*, **32**: 421-429.
- WALTIMO, T.M., ØRSTAVIK, D., SIREN, E.K., HAAPASALO, M.P. (2000). In vitro yeast infection of human dentin. *J Endod.*, **26**: 207-209.
- WALTON, R.E., TORABINEJAD, M. (1989). Principles and Practice of Endodontics. WB Saunders, Philadelphia 1989; 195-207.
- WALTON, R.E., RIVERA, E.M. (1996). Cleaning and shaping: Walton RE, Torabinejad M. Principles and Practise of Endodontics. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1996, 212-215.
- WALTON, R.E., TORABINEJAD, M. (2003). Access preparation and length determination. "Principles and Practise of endodontics" (Ed: Walton R.E)'de, VI. Baskı, W.B. Saunders Co., Philadelphia, London, New York, St.Louis, Sydney Toronto. 2003 s. 182-206
- WEINE, F.S. (1996). Intracanal treatment procedures, basic and advanced topics. "Endodontic Therapy" (ed: Weine F.S)' de V. Baskı, Mosby Inc, St. Louise, 1996, s. 305-357.
- WHITELEY, M., BANGERA, M.G., BUMGARNER, R.E., PARSEK, M.R., TEITZEL, G.M., LORY, S. (2001). Gene expression in Pseudomonas aeruginosa biofilms. *Nature*, **413**: 860-864.

- WU, M.K., DUMMER, P.M., WESSELINK, P.R. (2006). Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. *Int. Endod J.*, **39**: 343-356.
- YEŞİLÖZ-GÖKÇEN, E. (2011). Ozon tedavisi ve bir antibakteriyel bonding ajanın süt dişi kavite dezenfeksiyonundaki etkinliğinin in vivo ve in vitro olarak değerlendirilmesi Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- YILDIRIM, I., DÜLGERGİL, T., SERDAROĞLU, İ. (2010). Aile diş hekimliği uygulamalarında erken dönem koruyucu diş hekimliği uygulamalarının önemi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi.*, **2**: 21-39.
- ZAMANY, A., SPANGBERG, L.S.W. (2002). An effective method of inactivating chlorhexidine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, **93**: 617-620.
- ZAN, R., HUBBEZOĞLU, I., SÜMER, Z., TUNÇ, T., TANALP, J. (2013). Antibacterial Effects of Two Different Types of Laser and Aqueous Ozone Against *Enterococcus faecalis* in Root Canals. *Photomed Laser Surg.*, **31**: 150-154.
- ZAPATA, R.O., BRAMANTE, C.M., DE MORAES, I.G., BERNARDINELLI, N., GASPAROTO, T.H., GRAEFF, M.S., CAMPANELLI, A.P., GARCIA, R.B. (2008). Confocal laser scanning microscopy is appropriate to detect viability of *Enterococcus faecalis* in infected dentin. *J Endod.*, **34**: 1198-1201.
- ZIADELL, J. (1994). Classification of root canal system. "Endodontics" (Ed. Ingle J.I. ve Bankland L.K.)' de. IV. Baskı, Williams ve Wilkins Inc, Baltimore.

EKLER

Ek-1



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı



SAYI : B.30.2.ANK.0.21.63.00/824-02/9-8/ 20
KONU : Araştırma Hk.

25/10/2010

Sayın

Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ

Fakültemiz Araştırma Etik Kurulunun 19.10.2010 tarihli toplantısında alınan 2/3 sayılı Kararı aşağıya çıkarılmıştır.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim

Prof. Dr. Aynan ÖZTÜRK
Dekan

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ARAŞTIRMA ETİK KURULU KARARLARI

Karar tarihi : 19.10.2010
Toplantı sayısı ; 2
Karar sayısı : 3

3- " Enfekte Süt Dişlerinin Kök-Kanalında Yer Alan Odontopatojenik Mikroorganizmalara Karşı Ozon Uygulamasının Etkinliğinin İn-vitro Koşullarda Değerlendirilmesi" konulu çalışmanın, Raportörün Raporu doğrultusunda etik açıdan oybirliği ile uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Tamer YILMAZ
Başkan

Ek-2



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı



SAYI : B.30.2.ANK.0.21.63.00/824-02/9-8/ 38
KONU : Araştırma Hk.

27/10/2010

Sayın
Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ

Fakültemiz Araştırma Etik Kurulunun 26.10.2010 tarihli toplantısında alınan 3/6 sayılı Kararı aşağıya çıkarılmıştır.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim

Prof. Dr. Adnan ÖZTÜRK
Dekan

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ARAŞTIRMA ETİK KURULU KARARLARI

Karar Tarihi : 26.10.2010
Toplantı Sayısı ; 3
Karar Sayısı : 6

6- Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ başkanlığında yürütülecek olan, "Enfekte Süt Dişlerinin Kök Kanalında Yer Alan Odontopatojenik Mikroorganizmalara Karşı Ozon Uygulanmasının Etkinliğinin İn vivo Koşullarda Değerlendirilmesi" konulu araştırmanın, Raportörün Raporu doğrultusunda, 3359 sayılı Yasanın hükümlerinden kaynaklanan sorumluluğun bütünüyle araştırmacıya ait olması koşuluyla, etik açıdan uygun olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Tamer YILMAZ
Başkan

Ek-3**HASTA AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU**

“Enfekte süt dişlerinin kök kanalında yer alan odontopatojenik mikroorganizmalara karşı ozon uygulamasının etkinliğinin *in vivo* ve *in vitro* olarak değerlendirilmesi” konulu araştırmamız için tarafımca yapılan klinik ve radyografik muayene sonucu süt azı dişi/dişlerinin, enfeksiyon/aşırı madde kaybı nedeniyle çekilmesi gerekmektedir.

Çocuğunuzun çekimine karar verilen süt azı dişi/dişlerinin diğer hastalardan elde edilen çekilmiş dişlerle birlikte biriktirilerek amacına uygun olarak kullanılacaktır.

Çocuğumun, çekilen dişi/dişlerinin Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Kliniği’nde yapılan muayenesi sonucu çekimine karar verilen süt azı dişi/dişlerinin araştırmada kullanılmasını kabul ediyorum. Çalışmanın amacı Dt. Efsun SONGÜR tarafından bana açıklanmıştır.

Velisi**Tanık**

Adı- Soyadı:

Adı- Soyadı:

Tarih:

Tarih:

İmza:

İmza:

Ek-4**HASTA AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU**

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'nda yürütülmekte olan “Enfekte süt dişlerinin kök kanalında yer alan odontopatojenik mikroorganizmalara karşı ozon uygulamasının etkinliğinin *in vivo* ve *in vitro* olarak değerlendirilmesi” isimli araştırmamız için yapılan klinik ve radyografik değerlendirmeler sonucu, çocuğunuzun kök kanal tedavisi teşhisi konulmuş/dişlerine diğer bütün hastalara uygulanan tedavi yöntemi dışında hiçbir farklı işlem yapılmayacaktır.

Her aşamada elde edilen bilgiler sizinle paylaşılacak ve çocuğunuzun ileri yaşlarda sağlıklı bir ağız yapısına sahip olması için gerekli önlemlerin bu yaşlarda alınması ile sağladığımız fayda konusunda bilgilendirileceksiniz.

Bu klinik çalışmada çocuğumun yer almasını kabul ediyorum. Çalışmanın amacı ve sonuçları Dt. Efsun SONGÜR tarafından bana açıklanmıştır.

Veli**Tanık**

Adı- Soyadı:

Adı- Soyadı:

Tarih:

Tarih:

İmza:

İmza:

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı : Efsun
 Soyadı : SONGÜR
 Doğum yeri ve tarihi : NİĞDE, 14.06.1983
 Uyruğu : T.C.
 Medeni Durumu : Evli
 İletişim Adresi : Arama Sokak 49/3 Aydınlikevler/ANKARA
 Telefon : 0505 846 44 52
 e-mail : songurefsun@gmail.com

II- Eğitimi

2008- Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Ana Bilim Dalı, Ankara
 2002-2007 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ankara
 1995-2001 Niğde Anadolu Lisesi
 1990-1995 İnönü İlköğretim Okulu

Yabancı dili İngilizce

III- Unvanları

2007 Diş Hekimi

IV- Mesleki Deneyimler

2011- Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Ana Bilim Dalı, Araştırma görevlisi
 2008-2011 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Ana Bilim Dalı, Doktora öğrencisi

V- Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

1. Türk Pedodonti Derneği (TPD)
2. Klinik Ortodonti Derneği
3. International Association of Dental Research (IADR)

VI- Bilimsel İlgi Alanları

Uluslararası Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

1. ÖZALP, N., SENER, E., SONGÜR, T. (2010).Peripheral Giant Cell Granuloma and PeripheralOssifying Fibroma in Children: Two Case Reports. Medical Principles and Practice, 19: 159-162.
2. ÖKTEM, Z.B., SONGÜR, E., ÖZ, F.T. (2012). Dental Treatment of a Xeroderma Pigmentosum Patient Under Deep Sedation. Eur J Gen Med, 9: 149-151.

Bilimsel Toplantılarda Takdim Edilen ve Bildiri Kitabında Basılan Poster ve Sunumlar:

1. SONGÜR, E., OZALP, N., ÖZ, F.T. (2010).Effect of ozone on microtensile bond-strength of fissure sealants. 88th General Session of the IADR 14-17 July, Barcelona, Spain, 2010.
2. SONGÜR E, KIZILIRMAK A, ÖZ FT. (2011).ACP içeren bir fissür örtücünün mikrogerilim bağlanma dayanımının değerlendirilmesi. 18. Türk Pedodonti Derneği Bilimsel Kongresi, 1-3 Nisan 2011. İstanbul
3. ORHAN AI, ORHAN K. SONGÜR E, ÖZ FT.(2012). Bir Grup Türk Çocuğunda Genç Daimi Alt Çene Büyükazı Dişlerinin Kök ve Kanal Morfolojilerinin Konik-ışınlı Kompüterize Tomografi ile İncelenmesi.19. Türk Pedodonti Derneği Bilimsel Kongresi, 4-7 Ekim. 2012. ANTALYA

VII- Bilimsel Etkinlikleri

Katıldığı Bilimsel Sempozyum ve Kongreler:

88th General Session of the International Association of Dental Research. 14-17 July, 2010, Barcelona, SPAIN.

7th European Academy of Paediatric Dentistry Interim Seminar.

March 31-April 2, 2011 Istanbul, TURKEY.

18. Türk Pedodonti Derneği Bilimsel Kongresi. 31 Mart - 3 Nisan 2011, İstanbul, TÜRKİYE

19. Türk Pedodonti Derneği Bilimsel Kongresi. 4-7 Ekim 2012, Antalya, TÜRKİYE.