



**ÇEŞİTLİ BİTKİ ÖZÜTLERİNİN VE SİRKENİN SÜT
DİŞİ KANAL İRRİGASYONUNDA
KULLANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Semih Ercan AKGÜN
Çocuk Diş Hekimliği Programı

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi İpek ARSLAN

Uzmanlık Tezi - 2021

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**ÇEŞİTLİ BİTKİ ÖZÜTLERİNİN VE SİRKENİN SÜT DİŞİ KANAL
İRRİGASYONUNDA KULLANIMLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Semih Ercan AKGÜN

Çocuk Diş Hekimliği Programı
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Dr.Öğr.Üyesi İpek ARSLAN

Rize
2021

T.C
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ UZMANLIK EĞİTİM PROGRAMI

ÇEŞİTLİ BİTKİ ÖZÜTLERİNİN VE SİRKENİN SÜT DİŞİ KANAL
İRRİGASYONUNDA KULLANIMLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Semih Ercan AKGÜN

Tez Savunma Tarihi : 20.04.2021
Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi İpek ARSLAN
(Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi)
Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Sema AYDINOĞLU
(Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi)
Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Neslihan ÖZVEREN
(Trakya Üniversitesi)

Onay

Bu çalışma yukarıdaki tez jürisi tarafından Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Zeynep YEŞİL DUYMUŞ
Fakülte Dekanı

Uzmanlık Tezi
RİZE-2021

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	I
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XVI
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Süt Dişlerin Önemi	3
2.2. Süt Dişi Kök Kanal Tedavileri.....	3
2.3. Süt Dişi Kök Kanal Enfeksiyonlarında Etkili Olan Mikroorganizmalar	4
2.3.1. Enterokoklar.....	5
2.3.1.1. <i>E. faecalis</i>	5
2.3.2. Mantarlar.....	7
2.3.2.1. <i>C. albicans</i>	7
2.4. Kök Kanal İrrigasyonu ve Dezenfeksiyonu.....	10
2.5. Süt Dişi Kök Kanallarının İrrigasyonunda Kullanılan Kimyasal İçerikli Solüsyonlar.....	11
2.5.1. NaOCI.....	11
2.5.2. EDTA.....	13
2.5.3. KHX.....	14
2.5.4. Hidrojen Peroksit	15
2.5.5. MTAD.....	16

2.5.6. Ozon.....	17
2.6. Bitkisel İçerikli Solüsyonların Kök Kanal İrrigasyonunda Kullanımı	18
2.6.1 Beyaz Çay.....	18
2.6.2. Altın Otu	19
2.6.3. Elma Sirkesi.....	20
2.6.4. Limon.....	20
2.6.5. Kekik.....	21
2.7. Antimikrobiyal Duyarlılık Testleri	22
2.7.1. Difüzyon Testleri	23
2.7.1.1. Disk Difüzyon Testi.....	23
2.7.1.2. Agar Kuyucuk Difüzyon Testi.....	23
2.7.1.3. E-test.....	24
2.7.2. MİK.....	24
2.7.3. Dilüsyon Testleri.....	24
2.7.3.1. Sıvı Dilüsyon Testi.....	24
2.7.3.2. Agar Dilüsyon Testi.....	25
2.8. Mikrobiyolojik Sayım Yöntemleri.....	25
2.8.1. Direkt Metotlar	25
2.8.2. İndirekt Metotlar	26
2.8.3. Kültür Metotları	27
2.9. Smear Tabakası.....	28
2.10. Smear Tabakası İnceleme Yöntemleri	30
2.10.1. SEM	30
3. MATERYAL VE METOD	32
3.1. Çalışmada Kullanılan Bitkiler	33
3.2. Bitki Özütlerinin Hazırlanması.....	33

3.2.1. Bitki ve Meyvelerin Kurutulması	33
3.2.2. Kurutulmuş Bitki ve Meyvelerin Ekstraksiyonu	34
3.3. Çalışmada Kullanılan Besiyerlerinin İçeriği ve Hazırlanması	35
3.3.1. Brain Heart Infusion (BHI) Besiyeri	35
3.3.2. Mueller-Hinton Agar (MHA) Besiyeri	36
3.3.3. DeMan Rogosa Sharp (MRS) Besiyeri.....	37
3.3.4. Potato Dekstroz Agar (PDA) Besiyeri.....	38
3.4. Antimikrobiyal Etkinliğin Test Edilmesi.....	39
3.4.1. Kültür Süspansiyonlarının Hazırlanması	39
3.4.2. Test Solüsyonlarının <i>E. faecalis</i> ve <i>C. albicans</i> Üzerindeki Etkinliklerinin Belirlenmesi	40
3.4.2.1. Agar Kuyucuk Difüzyon Testi.....	40
3.4.2.2. MİK ve Minimal Bakterisidal/Fungisidal Konsantrasyonların (MBK/MFK) Belirlenmesi.....	41
3.4.3. Dişlerin Hazırlanması	44
3.4.4. Kök kanallarının <i>E. faecalis</i> . ve <i>C. albicans</i> ile Enfekte Edilmesi	45
3.4.5. Kök Kanallarının İrrigasyonu	48
3.5. İrrigasyon Solüsyonlarının Smear Tabakasını Uzaklaştırma Etkinliklerinin İncelenmesi	51
3.5.1. Dişlerin Hazırlanması	51
3.5.2. Kök Kanallarının İrrigasyonu	51
3.5.3. SEM Görüntülerinin Elde Edilmesi.....	52
3.5.4. SEM Görüntülerinin Değerlendirilmesi.....	52
3.6. İstatistiksel Değerlendirme	53
4. BULGULAR.....	55
4.1. Antimikrobiyal Etkinliğin İncelenmesi	55

4.1.1. İnhibisyon Zon Çaplarının Ölçülmesi.....	56
4.1.2. Test Solüsyonlarının MİK ve MBK/MFK Değerlerinin Tespit Edilmesi	56
4.1.3. İrrigasyon Solüsyonlarının <i>E. faecalis</i> 'e Karşı Gösterdikleri Antibakteriyel Etkinlik.....	56
4.1.4. İrrigasyon Solüsyonlarının <i>C. albicans</i> 'a Karşı Gösterdikleri Antifungal Etkinlik.....	59
4.2. Smear Tabakasını Uzaklaştırma Etkinliklerinin İncelenmesi.....	61
4.2.1. SEM Görüntüleri.....	62
4.2.2. İrrigasyon Solüsyonlarının Smear Tabakası Uzaklaştırma Etkinlikleri	76
5. TARTIŞMA.....	80
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	97
KAYNAKLAR.....	99
EKLER.....	121
EK-1 ÖZGEÇMİŞ.....	121
EK-2 ETİK KURUL ONAY FORMU.....	122
EK-3 BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU.....	123

TEŞEKKÜR

Evladı olmaktan daima onur ve gurur duyduğum yüce Türk Milleti ve büyük Türkiye Cumhuriyeti Devleti'ne,

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam süresince değerli bilgi ve katkılarıyla desteğini ve yardımlarını hep yanımda hissettiğim kıymetli hocam ve tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi İpek ARSLAN'a,

Gerek uzmanlık eğitim sürecimde gerekse tezimin her aşamasında beni kendi tez öğrencilerinden ayırmayıp desteğini ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Sema AYDINOĞLU'na,

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgilerini benimle paylaşan ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Ayça KURT ve her biri ayrı ayrı kıymetli asistan arkadaşlarım Dt. Zeynep DEMİREZ BİRCAN, Dt. Tuğçe DOĞAN, Dt. Damla BOLAT, Dt. Elif KİBAROĞLU, Dt. Pakize KARA, Dt. Sena SAKIN, Dt. Altar ATEŞ, Dt. İrem OKUMUŞ ve klinik personellerimiz Remziye YILMAZ, Seval VAN, Cihan MENKEN, Murat ÖZTÜRK ve Uğur BALI'ye,

Tezimin deneysel aşamalarında değerli vakit ve enerjilerini ayıran, laboratuvarlarının kapılarını sonuna kadar açan değerli hocalarım Prof. Dr. Şengül ALPAY KARAOĞLU ve Dr. Öğr. Üyesi Emine YURTERİ'ye,

Bu tez çalışmasını 2020/1099 proje numarası ile destekleyen Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne,

Yoğun eğitim ve çalışma hayatım boyunca sevgisi, sabrı, güleryüzü ve desteğiyle yanımda olan diğer yarım, kıymetlim Sevde KAYAR AKGÜN'e ve güleryüzlü bebeğimiz İbrahim Talha AKGÜN'e, beni bugünlere getirmek için hiçbir fedakarlığı esirgemeyen beni kendilerinden çok düşünen babam Yusuf AKGÜN, annem Selma AKGÜN ve kardeşim Duygu ERDEM'e tüm kalbimle sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Semih Ercan AKGÜN

ÖZET

Çeşitli Bitki Özütlерinin ve Sirkenin Süt Dişı Kanal İrrigasyonunda

Kullanımlarının Değerlendirilmesi

Amaç: Çeşitli bitki özütlерinin ve elma sirkesinin *E. faecalis* ve *C. albicans*'a karşı antimikrobiyal özelliklerinin ve smear tabakası uzaklaştırma etkinliklerinin değerlendirilmesidir.

Materyal ve Metod: Antimikrobiyal inceleme için rastgele iki gruba ayrılan kökler (n:112), *E. faecalis* (n:56) ve *C. albicans* (n:56) ile enfekte edildi. Serum fizyolojik, NaOCl, beyaz çay, altın otu, elma sirkesi, limon ve Anzer kekiğı olmak üzere rastgele 7 gruba (n:8) ayrıldı. Kök kanalları MBK/MFK değerleri belirlenen solüsyonlar ile irrigate edildi, uygulama sonrası CFU sayımları Image J programı ile yapıldı. Smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğinin değerlendirilmesinde ise prepare edilen dişler (n:70) antimikrobiyal incelemede belirlenen 7 gruba (n:10) ayrıldı. Her bir grupta 5 örnek sadece test edilen solüsyon ile irrigate edilirken, 5 örnek irrigasyon sonrası ayrıca EDTA ile de irrigate edildi. İrrigasyonun ardından kökler ikiye bölünüp; koronal, orta ve apikal bölgelerden X1000 büyütmede Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri alındı. Açık dentin tübül oranı ImageJ programıyla değerlendirildi.

Bulgular: Altın otu ve limon, *E. faecalis*'e karşı serum fizyolojiğe göre yüksek ($p=0.038$, $p=0.009$), NaOCl ile benzer antibakteriyel etkinlik gösterdi ($p>0.05$). Elma sirkesinin ise *C. albicans* üzerinde serum fizyolojiğe göre yüksek ($p<0.001$), NaOCl ile benzer antifungal etkinlik gösterdiği tespit edildi ($p>0.05$). Smear tabakasının uzaklaştırılmasında koronal üçlü bölgesinde elma sirkesinin, orta üçlü bölgesinde ise limonun serum fizyolojik ve NaOCl'ye göre daha fazla smear uzaklaştırdığı tespit edildi ($p<0.05$) ve NaOCl-EDTA ile aralarında istatistiksel olarak fark gözlenmedi ($p>0.05$). Apikal bölgede ise elma sirkesi ve kekik gruplarının NaOCl-EDTA grubu ile benzer sonuçlar gösterdiği bulundu ($p>0.05$).

Sonuç: Mevcut çalışmanın sınırları dahilinde smear tabakasını uzaklaştırabilen ve *E. feacalis*'e karşı antibakteriyel etkisi bulunan limon ile *C. albicans*'a karşı antifungal etkili elma sirkesi süt dişi kök kanal irrigasyonlarında kimyasal içerikli irrigasyon solüsyonlarına alternatif olarak önerilebilir. Ayrıca *E. feacalis*'e karşı antibakteriyel etkisi gözlenen altın otunun EDTA ile birlikte kullanımı da alternatif irrigasyon solüsyonları arasında yer alabilir. Mevcut bitkisel ajanlar ile planlanacak ileri alışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: St dişi, kk kanal tedavisi, antimikrobiyal aktivite, smear tabakası, bitki zt

ABSTRACT

Evaluation of the Use of Various Herbal Extracts and Vinegar in Primary Teeth

Root Canal Irrigation

Aim: In this study, it was aimed to evaluate antimicrobial properties against *E. faecalis* and *C. albicans*, and smear layer removal efficiency of various plant extracts and apple cider vinegar.

Material and Method: Roots randomly divided into two groups (n: 112) for antimicrobial study were infected with *E. faecalis* (n: 56) and *C. albicans* (n: 56). They were randomly divided into 7 groups (n: 8) as saline, NaOCl, white tea, *Helichrysum arenarium*, apple cider vinegar, *citrus lemon*, and Anzer thyme. Root canals were irrigated with solutions MBK / MFK values predetermined, after the application CFU counts were made with ImageJ program. In the evaluation of smear layer removal efficiency, prepared teeth (n: 70) were divided into 7 groups (n: 10) determined in the antimicrobial study. While 5 samples in each group were irrigated with only the tested solution, 5 samples were also irrigated with EDTA after irrigation. The roots were divided into two, and Scanning Electron Microscopy (SEM) images were taken from the coronal, middle, and apical regions at X1000 magnification. Open dentin tubule percentage was evaluated by using ImageJ program.

Results: *Helichrysum arenarium* and *citrus lemon* showed higher antibacterial activity against *E. faecalis* than saline ($p=0.038$, $p=0.009$), similar to NaOCl ($p>0.05$). It was determined that apple cider vinegar showed higher antifungal activity on *C. albicans* compared to saline ($p<0.001$) and similar to NaOCl ($p>0.05$). In the removal of the smear layer, it was determined that apple cider vinegar in the coronal third and *citrus lemon* in the middle third removed more smear layer than saline and NaOCl ($p<0.05$) and there was no statistically significant difference between the groups and NaOCl-EDTA ($p>0.05$). In apical third, it was found that the apple cider vinegar and

Anzer thyme groups showed similar results with the NaOCl-EDTA group ($p > 0.05$).

Conclusion: Within the limitation of this study, *citrus lemon*, which can remove the smear layer and has an antibacterial effect against *E. faecalis*, and apple cider vinegar with antifungal effect against *C. albicans* can be recommended as an alternative to chemical irrigation solutions in primary teeth root canal irrigations. Furthermore, the use of *Helichrysum arenarium*, which has an antibacterial effect against *E. faecalis*, together with EDTA can be recommended as an alternative irrigation solution. Further studies are needed to be planned with existing herbal agents.

Key Words: Primary tooth, root canal treatment, antimicrobial activity, smear layer, herbal extract

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ark.	Arkadaşları
ATCC	American Type of Culture Collection
BHI	Brain Heart Infusion
CFU/mL	Koloni oluşturuıcı birim/mililitre
cm	Santimetre
<i>C. albicans</i>	<i>Candida albicans</i>
dk	Dakika
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
<i>E. faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
KHX	Klorheksidin
KKT	Kök kanal tedavisi
Maks.	Maksimum
MBK	Minimum Bakterisidal Konsantrasyon
MFK	Minimum Fungisidal Konsantrasyon
MHA	Mueller-Hinton Agar
MİK	Minimum İnhibisyon Konsantrasyon
Min.	Minimum
mm	Milimetre
MRS	DeMan Rogosa and Sharpe
n	Örnek sayısı
NaOCI	Sodyum hipoklorit
PDA	Potato Dekstrozu Agar
SEM	Taramalı Elektron Mikroskopu
ss	Standart sapma
p	İstatistiksel anlamlılık (Perfect value)

x	Kat
>	Büyüktür
<	Küçüktür
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
α	Alfa
β	Beta
μL	Mikrolitre
μg	Mikrogram

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Beyaz çay ^{87, 88}	19
Şekil 2.2. Altın otu.....	19
Şekil 2.3. Anzer kekiği	22
Şekil 3.1. Bitki içerisindeki suyun uzaklaştırılması için kullanılan liyofilizatör.....	34
Şekil 3.2. a. Çalışmada kullanılan hassas terazi, b. Bitki özütlerinin çıkarıldığı Soxhlet ekstraksiyon cihazı.....	34
Şekil 3.3. Fazla çözücüsü uzaklaştırılan özütler.....	35
Şekil 3.4. BHI besiyeri	36
Şekil 3.5. MHA besiyeri.....	37
Şekil 3.6. MRS besiyeri.....	38
Şekil 3.7. PDA besiyeri.....	39
Şekil 3.8. a. <i>E. faecalis</i> 'in MHA besiyerindeki üreme görüntüsü, b. <i>C. albicans</i> 'ın PDA besiyerindeki üreme görüntüsü	39
Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan steril kabin.....	40
Şekil 3.10. a. Bulanıklıkları ayarlanmış mikroorganizma içeren sıvı besiyerleri, b. Spektrofotometre.....	41
Şekil 3.11. MİK değerlerini tespit etmek için hazırlanan taze solüsyonlar.....	41
Şekil 3.12. İnkübasyon sonrası MİK değerlerinin belirlendiği eliza plakaları.....	43
Şekil 3.13. Bitki özütleri ve elma sirkesinin MBK/MFK değerlerinin belirlendiği petriler.....	44
Şekil 3.14. Kök kanal şekillendirmesinde kullanılan eğeler.....	45
Şekil 3.15. Çalışmada kullanılan vorteks cihazı.....	46
Şekil 3.16. Dişlerin <i>E. faecalis</i> ve <i>C. albicans</i> ile enfekte edilmesi.....	47
Şekil 3.17. Mevcut besiyerinin taze besiyeriyle değiştirilmesi.....	47

Şekil 3.18. Çalışmada kullanılan ışık mikroskobu.....	48
Şekil 3.19. a. SEM cihazı, b. Altın kaplama cihazı.....	48
Şekil 3.20. Kök kanal irrigasyonunda kullanılacak taze hazırlanmış solüsyonlar.....	49
Şekil 3.21. Kök kanallarından alınan paper point örnekleri.....	49
Şekil 3.22. İrrigasyon sonrası kök kanalından alınan örneklerin etüvde inkübasyonu...	50
Şekil 3.23. ImageJ görüntü analiz programı.....	50
Şekil 3.24. ImageJ programıyla CFU sayımı. a. CFU sayımı yapılacak olan petrinin fotoğrafı, b. Petri dış sınırlarının belirlenmesi ve dışta kalan kısımların çıkarılması, c. Dijital fotoğrafın 8-bit formatına çevrilmesi, d. Threshold uygulaması sonrası arka planın beyaza, kolonilerin siyah renge dönüştürülmesi, e. Kolonilerin sayılması ve toplam alan içerisinde kapladığı alanın yüzde olarak skorlanması.....	51
Şekil 3.25. SEM görüntülerinin ImageJ programıyla incelenmesi, a. Kök kanal dentin yüzeyine ait SEM görüntüsü, b. Dentin tübüllerinin “invert” sekmesi kullanılarak ön plana çıkarılması, c. Kontrastın artırılması, d. Dijital fotoğrafın 8 bite dönüştürülmesi, e. Yüzey alanının doğru hesaplanabilmesi için “Threshold” işleminin uygulanması, f. Açık dentin tübüllerinin toplam yüzey alanının, görüntünün yüzey alanına oranının hesaplanması.....	53
Şekil 4.1. Bitki özütlerinin agar kuyucuk difüzyon testindeki antimikrobiyal etkinlikleri. a. <i>E. faecalis</i> , b. <i>C. albicans</i>	55
Şekil 4.2. Kök kanallarındaki <i>E. faecalis</i> kolonizasyonunun ışık mikroskobu görüntüsü	57
Şekil 4.3. Kök kanallarındaki <i>E. faecalis</i> kolonizasyonunun SEM görüntüleri. a1. X5000 büyütme, a2. X10000 büyütme.....	57
Şekil 4.4. Kök kanallarındaki <i>C. albicans</i> kolonizasyonunun ışık mikroskobu görüntüsü.....	59

Şekil 4.5. Kök kanallarındaki <i>C. albicans</i> kolonizasyonunun SEM görüntüleri. b1. X5000 büyütme, b2. X10000 büyütme.....	60
Şekil 4.6. Serum fizyolojik uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. a. Koronal üçlü, b. Orta üçlü, c. Apikal üçlü.....	62
Şekil 4.7. Serum fizyolojik-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. a. Koronal üçlü, b. Orta üçlü, c. Apikal üçlü.....	63
Şekil 4.8. NaOCI uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. a. Koronal üçlü, b. Orta üçlü, c. Apikal üçlü.....	64
Şekil 4.9. NaOCI-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. a. Koronal üçlü, b. Orta üçlü, c. Apikal üçlü.....	65
Şekil 4.10. Beyaz çay uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. a. Koronal üçlü, b. Orta üçlü, c. Apikal üçlü.....	66
Şekil 4.11. Beyaz çay-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. a. Koronal üçlü, b. Orta üçlü, c. Apikal üçlü.....	67
Şekil 4.12. Altın otu uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. a. Koronal üçlü, b. Orta üçlü, c. Apikal üçlü.....	68
Şekil 4.13. Altın otu-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. a. Koronal üçlü, b. Orta üçlü, c. Apikal üçlü.....	69
Şekil 4.14. Elma sirkesi uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. a. Koronal üçlü, b. Orta üçlü, c. Apikal üçlü.....	70
Şekil 4.15. Elma sirkesi-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. a. Koronal üçlü, b. Orta üçlü, c. Apikal üçlü.....	71
Şekil 4.16. Limon uygulanan uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. a. Koronal üçlü, b. Orta üçlü, c. Apikal üçlü.....	72
Şekil 4.17. Limon-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. a. Koronal üçlü, b. Orta üçlü, c. Apikal üçlü.....	73

Şekil 4.18. Anzer Kekiği uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü..... 74

Şekil 4.19. Anzer Kekiği-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü..... 75



TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan bitkiler ve temin edildikleri yerler	33
Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan BHI besiyerinin içeriği.....	35
Tablo 3.3. Çalışmada kullanılan MHA besiyerinin içeriği	36
Tablo 3.4. Çalışmada kullanılan MRS besiyerinin içeriği.....	37
Tablo 3.5. Çalışmada kullanılan PDA besiyerinin içeriği.....	38
Tablo 4.1. Test edilen irrigasyon solüsyonlarının (50 µL) agar kuyucuk difüzyon yöntemine göre antimikrobiyal aktivitesi (inhibisyon zon çapları/mm).....	55
Tablo 4.2. Test solüsyonlarının MİK ve MBK/MFK değerleri	56
Tablo 4.3. Çalışmada kullanılan irrigasyon solüsyonlarının <i>E. faecalis</i> 'e karşı gösterdiği antibakteriyel etkinlik değerleri	58
Tablo 4.4. Çalışmada kullanılan irrigasyon solüsyonlarının <i>E. faecalis</i> 'e karşı gösterdiği antibakteriyel etkinliğin ikili karşılaştırma sonuçları (p değerleri).....	58
Tablo 4.5. Çalışmada kullanılan irrigasyon solüsyonlarının <i>C. albicans</i> 'a karşı gösterdiği antifungal etkinlik değerleri.....	60
Tablo 4.6. Çalışmada kullanılan irrigasyon solüsyonlarının <i>C. albicans</i> 'a karşı gösterdiği antifungal etkinliğin ikili karşılaştırma sonuçları (p değerleri).....	61
Tablo 4.7. Verilerin gruplara ve bölgelere göre dağılımı.....	79

1. GİRİŞ

Enfekte veya nekrotize pulpa dokusunun çıkarılmasını takiben, kök kanallarının mekanik olarak genişletilmesinin ardından mikroorganizmalar ve toksinlerinden arındırılarak hermetik olarak doldurulması işlemine kök kanal tedavisi (KKT) denir.¹

KKT'nin amacı, pulpa hastalıklarının ve periapikal lezyonların oluşumundan sorumlu olan mikroorganizmalar ve ürünlerinin dezenfeksiyon işlemleriyle ortadan kaldırılmalarını sağlamaktır.^{1, 2}

Süt dişlerinde; kök kanallarının aşırı düzensiz yapısı, yan kanal ve dallanmaların çok sayıda olması nedeniyle tek başına yapılan mekanik preparasyon yetersiz kalmaktadır. Bu durum süt dişlerinde irrigasyonun ayrı bir öneme sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle biyomekanik genişletme ile birlikte kullanılan irrigasyon solüsyonları, kanal aletlerinin ulaşamadığı yan kanallara ulaşarak bu bölgelere yerleşen mikroorganizmaların eliminasyonunda etkili olmaktadır.³

KKT sırasında dezenfeksiyon amacı ile uygulanan antimikrobiyal ajanlar genellikle kimyasal antiseptiklerdir. Bu solüsyonlar içerisinde günümüzde en sık kullanılanları; sodyum hipoklorit (NaOCl), etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) ve klorheksidin (KHx)'dir. Bu irrigasyon solüsyonlarının kök dentini ve periapikal dokular üzerinde toksik etkilerinin bulunduğu kanıtlanmıştır.⁴

Kimyasal içerikli antiseptiklerin yan etkileri göz önüne alındığında bitkisel kökenli irrigasyon solüsyonlarının, antimikrobiyal özelliklerinin bulunması ve yan etkilerinin düşük olması sebebiyle bu kemoterapötiklere alternatif olabilecekleri düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı; *Camellia sinensis* (beyaz çay), *Helichrysum arenarium* (altın otu), elma sirkesi, *Citrus limonum* (limon), *Thymus praecox* Opiz subsp. *Caucasicus* (Wild. Ex Ronniger) Jalas var. *Caucasicus* (Anzer kekiği)'nin irrigasyon

solüsyonu olarak kullanıldıklarında süt dişi kök kanal enfeksiyonlarından sıklıkla izole edilen *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) ve *Candida albicans* (*C. albicans*)'a karşı gösterdikleri antimikrobiyal özelliklerini incelemek ve smear tabakası uzaklaştırmadaki etkinliklerini değerlendirmektir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Süt Dişlerin Önemi

Süt dişlenme; konuşma, çiğneme fonksiyonları ve estetiği sağlamanın yanısıra daimi dişlenmeye geçişte rehberlik oluşturması ve dental arkın bütünlüğünün devamı açısından önemli bir role sahiptir.⁵

Süt ve daimi dişler arasında anatomik ve histolojik olarak bazı farklılıklar bulunmakta ve bu farklılıklar sebebiyle çürük, süt dişi dentininde daimi dişe kıyasla daha hızlı ilerlemektedir. Tedavi edilmemesi halinde kısa süre içerisinde pulpa dokusu çürükten etkilenmekte ve bu durum diş kayıplarına sebebiyet verebilmektedir.

İskeletsel ve dental gelişim üzerinde önemli işlevleri olan süt dişlerinde meydana gelecek kayıplar; kraniyofasiyal defektlere, ark boyutunda azalmaya ve buna bağlı olarak daimi dişlerde gömülü kalma durumlarına, çapraşıklıklara, rotasyonlara, ektopik erüpsiyonlara, orta hat sapmalarına, karşit dişlerin ekstrüzyonuna, anormal dil alışkanlıklarına, anterior diş kayıplarına bağlı olarak çocuklarda psikososyal bozukluklara neden olabilmektedir.⁶

2.2. Süt Dişi Kök Kanal Tedavileri

Süt dişi kök kanal tedavisi; enfekte kron-kök pulpasının çıkarılması, kök kanallarının genişletilmesi ve çeşitli solüsyonlarla irrigasyonu yapılarak mikroorganizma ve toksinlerinin eliminasyonun sağlanmasının ardından kök kanallarının hermetik olarak doldurulması işlemidir.⁷

Mekanik şekillendirme, etkili bir irrigasyon ve kök kanallarının sızdırmaz bir şekilde doldurulması kök kanal tedavisinin başarısını etkileyen faktörlerdendir. Bu işlemlerin uygulanması esnasında periapikal dokulara ve alttaki daimi diş germine hasar verilmemesine dikkat edilmelidir.⁸

Süt dişlerinde lateral kanallar, kanal içi düzensizlikler, dallanma bölgeleri ve modifikasyonların fazla sayıda görülmesi, ayrıca bakteri toksinlerinin ve smear tabakasının yalnızca mekanik preparasyonla tam olarak uzaklaştırılamaması kök kanal tedavisinde irrigasyonu ön plana çıkarmaktadır.⁹

2.3. Süt Dişi Kök Kanal Enfeksiyonlarında Etkili Olan Mikroorganizmalar

Kök kanalları mikroorganizma çeşitliliği açısından oldukça zengindir. Fiziksel, kimyasal veya termal etkenlerin dışında mikroorganizmalar ve bunların oluşturduğu toksinler, pulpal ve periapikal patolojilerin en önemli sebepleri arasındadır.¹⁰

Mikroorganizmaların kök kanal sistemine girişi için birçok yol olmasına rağmen, çoğunlukla çürük kavitesinden, periodontal ligament veya sulkustan, dentin tübüllerinden, daha az sıklıkla da mine ve dentindeki çatlaklardan pulpaya ulaşabilirler.¹¹

Periapikal lezyonlu ve nekrotik pulpaya sahip süt dişi kök kanalı, enfekte daimi dişe ait kök kanal florasıyla benzer olarak, anaerobik mikroorganizmaların baskın olduğu, enfeksiyonun zamanına ve tipine bağımlı olarak baskın türün değişkenlik gösterdiği polimikrobiyal bir yapıya sahiptir.¹²

Kültür metodlarındaki eksiklikler nedeniyle enfekte kök kanallarından çok sayıda fakültatif anaerobik streptokok ve az miktarda anaerobik bakteri türü izole edilebildiği gösterilmiştir. Son yıllarda moleküler tekniklerin gelişmesi ve anaerobik kültürlerle yapılan çalışmalarda, kök kanal enfeksiyonlarında fakültatif ve zorunlu anaerobik bakterilerin baskın olduğu ve enfekte kök kanallarındaki bakterilerin %70-90'ının anaerobik bakteriler olduğu bildirilmiştir.¹²

Laktobasiller, gram pozitif fakültatif streptokoklar, gram pozitif fakültatif anaerobik rodler, gram pozitif anaerobik koklar, gram negatif anaerobik rodler ve mantarlar kök kanallarından sıklıkla izole edilen mikroorganizmalardır.¹³

Son yıllarda yapılan araştırmalarda, başarısız kök kanal tedavisi sonrası retreatment gerektiren olgularda ve inatçı kök kanal enfeksiyonlarında *E. faecalis* ve *C. albicans*'a sıkça rastlanmaktadır.¹⁴

Bu sebeple bakteriyolojik çalışmalarda bu mikroorganizmalar üzerine yoğunlaşmıştır.

2.3.1. Enterokoklar

Enterokoklar, 1930 yılında Lancefield tarafından yapılan sınıflamada D grubu streptokoklar olarak tanımlanmış olsa da 1984'te nükleik asit ve fizyolojik özellikleri baz alınarak sınıflaması değiştirilmiş ve "Enterococcus" sınıfı altında toplanmışlardır.¹⁵ Morfolojik olarak streptokoklarla benzerlik gösterirler. Optimum üreme sıcaklıkları 35°C olup, 10-45°C arasında üreyebilen türleri de mevcuttur. Yüksek pH'da üreyebilirler.¹⁶

Enterokoklar gram pozitif fakültatif anaerobik bakterilerden olup, mikroskop altında tekli, ikili veya kısa zincirler oluşturmuş koklar şeklinde izlenirler.¹⁷

İnsan vücudunda ağız boşluğunda, safra yollarında, gastro-intestinal ve genitoüriner sistemde, vajinada kolonize olarak yerleşim gösterirler.¹⁸ Üriner sistem enfeksiyonları, bakteriyemi, endokardit, yenidoğan sepsisi, pelvis bölgesi ve karın içi enfeksiyonlarla ilişkilendirilmektedir. Enterokoklar, hastane enfeksiyonlarının % 12'sine neden olan patojenlerdir.¹⁹

2.3.1.1. *E. faecalis*

E. faecalis, mikroskop altında küre veya oval şekilde görülebilir. Çapı 0.5-2 µm arasındadır. Ayrıca 30 dakika süresince 60°C' de canlılıklarını koruyabilirler. Yüksek alkalın pH'da (pH:11.1) yaşamlarını devam ettirebilirler, böylelikle güçlü antimikrobiyal özellik gösteren irrigasyon solüsyonları ve medikamentler eliminasyonunda etkisiz kalabilmektedir.²⁰ Ayrıca *E. faecalis*'in kollajen fibrillere

adezyon kabiliyeti sayesinde dentinin derin bölgelerine invaze olarak üreme potansiyelini artırdığı ve böylelikle kök kanal tedavisinde kullanılan medikamentlerden, irrigasyon solüsyonlarının etkisinden ve ortamın yüksek pH'sından etkilenmeden yaşamlarını 12 aya kadar sürdürebildikleri bildirilmiştir.^{21,22} Biyofilm oluşturabilme yetenekleri ile *E. faecalis*'in direnç kazandığı da belirtilmiştir.²³

Enterokokların sebep olduğu enfeksiyonların yaklaşık olarak %80'ini *E. faecalis* oluşturmaktadır.²⁴ Başarısız kök kanal tedavili dişlerde oluşan enfeksiyonlarda da en sık izole bakteri türünün *E. faecalis* olduğu tespit edilmiştir.²⁵ Ayrıca *E. faecalis*; primer endodontik enfeksiyonlar, inatçı enfeksiyonlar ve kronik apikal patoloji bulgusu veren dişler ile de ilişkilendirilmiştir.²⁶ İnatçı enfeksiyonlardan ve asemptomatik dişlerden %24-77 oranında izole edilmişlerdir.²⁷ Primer endodontik enfeksiyonların %4-40'ında görülmektedir. Sekonder endodontik enfeksiyonlarda da primer enfeksiyonlara kıyasla 9 kat fazla tespit edildiği bildirilmiştir.¹⁷

Bazı antibiyotiklere direnç göstermeleri nedeniyle tedavileri zor olabilir.²⁵ *E. faecalis*'in; ampicilin, klindamisin, benzilpenisilin, metronidazol ve tetrasikline dirençli, vankomisin ve eritromisine karşı ise duyarlı olduğu gösterilmiştir.²⁸

E. faecalis'in kök kanal tedavisinde başarısızlığa neden olması, sahip olduğu virülans faktörleriyle dentin dokusuna bağlanabilmesi ve lenfositlerin aktivitelerini baskılayarak konak cevabını değiştirmesi sonucu gerçekleşmektedir.^{21, 29}

E. faecalis'in virülans faktörleri doku invazyonunu kolaylaştırır, bakterinin ekstrasellüler matrikse ve kök kanalına adhezyonuna olanak tanır. Enterokokkal yüzey proteinleri, sitolizin toksini, serin proteaz, jelatinaz, ekstrasellüler süperoksit üretimi, kapsüler polisakkaritler, hemolizin ve lipoteiokoik asit *E. faecalis*'in sahip olduğu virülans faktörleri arasındadır.²⁹

E. faecalis virölans faktörleri aracılığıyla;

- Uzun süreli besin yokluğunda varlığını idame ettirme,
- Dentine bağlanma ve dentin tübüllerine invaze olma,
- Lenfositlerin aktivitelerini baskılama,
- Konak yanıtlarını değiştirme,
- Lipoteikoik asit, sitolizin, feromonlar ve litik enzimlerle konak üzerinde etki

gösterme,

- Serumı besin kaynağı olarak kullanma,
- İntrakanal medikamentlere karşı direnç gösterme,
- Diğer hücrelerle rekabet etme,
- Biyofilm oluşturma gibi özellikler kazanır.²⁷

2.3.2. Mantarlar

Mantarlar ökaryotik mikroorganizmalardır. Büyük bir çoğunluğu, kommensal veya saprofit olarak toprak, su, kaya, bitki, besin, balık, hayvan ve insanlarda yaşarlar. Genellikle aeropturlar, fakat fakültatif anaerop türleri de mevcuttur. Fermantasyonla enerji üretirler. Üremeleri için optimal pH 6.8-7'dir.³⁰

Mantarlar ağız florasının bir parçasıdır. Fakat; tükürük akış hızında ve miktarında azalma, uzun süreli geniş spektrumlu antibiyotik kullanımı, zayıf oral hijyen, uyumu bozuk protezler ve bağışıklık sisteminin baskılanması gibi durumlar mantar enfeksiyonları açısından predispozan faktörlerdir.³¹

2.3.2.1. *C. albicans*

Oral kavitedeki en önemli mantar türü ise “*Candida*” dır. Konak dokulara adezyon, yüzey antijenlerini değiştirme, dokulara invaze olma, konağın fiziksel savunma sistemini geçebilecek fosfolipaz ve proteinaz üretme gibi özellikleriyle patojenite gösterirler.³¹

İnsanda sindirim sisteminde ve ağızda yaşayan, tomurcuklanarak üreme gösteren bir maya mantarı türü olan *C. albicans*, üzerinde yaşadığı organizmaya zarar vermeden de yaşayabilen patojen bir mikroorganizmadır.³²

C. albicans, hem sistemik açıdan sağlıklı hem de tıbbi olarak risk altındaki kişilerin ağız boşluğunda en sık rastlanan mantar türüdür.³³ Dilin dorsal kısmı *C. albicans*'ın ağızda primer olarak lokalize olduğu habitatıyken; dişeti, mukoza, peridodontal cepler, dentin ve kök yüzeyi sekonder olarak kolonize olduğu bölgelerdir.³²

Oral kavitede mantar mikrobiyotası içinde *C. albicans* insidansının sağlıklı erişkinlerde %30-45 arasında olduğu gösterilmişken, HIV pozitif bireylerde ise bu değer %95'e kadar çıkabilmektedir.³³

C. albicans insanda oral bölgede görülen enfeksiyonların çoğunluğundan sorumlu olan mikroorganizmadır.³⁴ Oral mikroflorada bulunmasına rağmen nekrotik pulpaya sahip dişlerin kök kanallarında da tespit edilmiştir. Şen ve ark.³⁵ tarafından yapılan bir çalışmada, nekrotik pulpalı dişler taramalı elektron mikroskobu altında incelenmiş, kök kanallarının yoğun bir şekilde enfekte olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın önemi, maya mantarlarının kök kanallarındaki mevcudiyetinin ilk olarak gösterilmiş olmasıdır.

Şen ve ark.'nın³⁶ diğer bir çalışmasında ise *C. albicans*'ın kök kanal sistemindeki üremesi ve dentin dokusuna penetrasyon kabiliyeti taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiş, *C. albicans*'ın dentine invazyon kabiliyeti olduğu ve dentinofilik bir mantar türü olarak kabul edilebileceği öne sürülmüştür.

Akdeniz ve ark.³⁷ çalışmalarında çocukların oral kavitelerinden ve kök kanallarından steril paper pointlerle örnek alınarak mikrobiyolojik kültür yapılmıştır.

Kültür sonuçlarının incelemesinde, çalışmaya katılan çocukların %61.5'inin kök kanallarında *C. albicans* mevcudiyeti gösterilmiştir.

Primer kök kanal enfeksiyonlarında inatçı vakalarda *C. albicans* varlığı gözlemlenmekle birlikte, mantar sayısı bakteri sayısından daha azdır.³⁸ Ancak bakteri sayısı; antibiyotik kullanımı, immün sistem zayıflığı gibi sebeplerle azalırsa fırsatçı patojen olan bu maya mantarı türü invaziv şekline dönüşür, virülans faktörleri de salgılayarak vücut için zararlı olacak derecede üremeye başlar.³⁹ Ayrıca retreatment gerektiren olgularda kök kanalından en sık izole edilen mantar türünün *C. albicans* olduğu bildirilmiştir.⁴⁰

Kök kanal enfeksiyonlarında %1-17 arasında farklılık gösteren oranlarda bulunan *C. albicans*, dentin duvarlarına penetre olma ve duvarlarda kolonize olma özelliğine sahiptir.⁴¹ Farklı yüzeylerde biyofilm oluşturup pH değişikliklerine adapte olabilirler, çeşitli yüzeylere yapışıp enzim üreterek bağışıklık sisteminden etkilenmemek için morfolojik özelliklerini değiştirebilirler.³⁸ Düşük oksijen seviyesinde, besin yetersizliği durumunda ve yüksek pH değerlerinde *C. albicans* ortama uyum sağlayabilmektedir. Doku penetrasyonu sağlamak için gereken virülans faktörlerine sahiptir ve bu sayede yaşamını sürdürerek periradiküler bölgedeki dokuları enfekte edebileceği sonucuna varılmıştır.⁴³

C. albicans virülans faktörleri aracılığıyla;

- Zorlu çevre şartlarına tolerans gösterebilme,
- Fenotipte değişiklik oluşturabilme,
- Proteolitik enzimler üretebilme,
- Biyofilm oluşturabilme,
- Konak savunmasından kaçabilme ve immünomodülasyon sağlayabilme gibi

özellikler kazanır.³⁶

2.4. Kök Kanal İrrigasyonu ve Dezenfeksiyonu

Kök kanal tedavisinin amacı, kök kanalı içerisinde enfeksiyona sebep olan mikroorganizmaların ve artık mikrobiyal içeriğin elimine edilmesi ve reenfeksiyonun engellenmesidir.⁴²

Kök kanal sistemindeki sayısız istmus ve kanallar arası bağlantılar kanal için önemli bir kısmına erişimi mümkün kılmamaktadır. Yapılan bir çalışmada şekillendirme tekniğinden bağımsız olarak, mekanik preparasyonla kanal yüzeyinin %35 kadarının temizlenemediği bildirilmiştir.⁴³

Bu nedenlerle mikroorganizmaların elimine edilmesi amacıyla irrigasyon solüsyonları kullanılmaktadır.

Kök kanal tedavisinde kemomekanik preparasyon esnasında kullanılan irrigasyon solüsyonları;

- Organik veya inorganik doku artıklarının kök kanal sisteminden uzaklaştırılarak mikroorganizmaların beslenme yollarının elimine edilip sayılarının azalmasında,
- Mekanik preparasyonla ulaşılamayan bölgelerin dezenfeksiyonunun sağlanmasında,
- Lubrikan etki göstererek kök kanal şekillendirmesi için kullanılan aletlerin kanal içerisinde hareketlerinin kolaylaştırılmasında,
- Kök kanal şekillendirmesini kolaylaştırarak kanal içerisinde kullanılan dezenfektanların etkinliğinin artırılmasında,
- Antimikrobiyal özellikleri sebebiyle kök kanalındaki mikroorganizmaların elimine edilmesinde,
- Kök kanalından debrislerin uzaklaşmasını sağlayarak apikalde tıkanma riskini azaltılmasında etkili olurlar.⁴⁴

İdeal bir irrigasyon solüsyonunda bulunması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Çabuk etki göstermeli, kolay nötralize olmamalı ve kanalda etkisi uzun süreli olmalı,
- Smear tabakasını uzaklaştırabilmeli,
- Kanal içerisinde kolay nötralize olmamalı,
- Kök kanalı içerisindeki mikroorganizmalar ve toksinlerini elimine etmeli,
- Kanal aletlerinin kanal içerisinde kaymasını sağlamalı, lubrikasyon etki göstermeli,
- Yüzey gerilimi düşük olmalı,
- Kök kanal dentininin fiziksel özellikleri üzerinde olumsuz etki göstermemeli,
- Periradiküler dokular üzerinde toksik, antijenik ve karsinojenik etki göstermemeli,
- Organik ve inorganik doku artıklarını çözebilmeli,
- Kanal dolgu maddeleri üzerinde olumsuz etki göstermemeli,
- Dişin rengini değiştirmemeli,
- Restoratif materyallerin bağlanma kuvvetleri üzerinde olumsuz etkisi olmamalı,
- Maliyeti düşük olmalı,
- Raf ömrü uzun olmalıdır.⁴⁴

2.5. Süt Dişi Kök Kanallarının İrrigasyonunda Kullanılan Kimyasal İçerikli

Solüsyonlar

2.5.1. NaOCl

NaOCl, günümüzde kök kanal tedavisinde irrigasyon solüsyonu olarak en sık kullanılan ajandır.⁴⁵ Vital ve nekrotik dokuları çözebilme yeteneği, kök kanallarında lubrikasyon etkisi, viskozitesi ve yüzey gerilimi düşük olduğu için dentin duvarlarına

rahatça diffüze olabilmesi, maliyetinin düşük olması ve kolay bulunabilmesi günümüzde çok yaygın olarak kullanılmasındaki etkili faktörlerdir.⁴⁵

Yüksek alkalen pH'ya sahiptir ve doku proteinleriyle teması halinde proteinleri okside ve hidrolize ederek çökmesine neden olmaktadır. Protein yapılarını çökeltmesiyle NaOCI'nin antimikrobiyal etkinliğinde önemli bir rolü olan kloramin oluşmaktadır.⁴⁶ Klor, antimikrobiyal etkisini mikroorganizmal enzimleri inhibe ederek gösterir ve enzimlerin sülfidril gruplarında geri dönüşümsüz oksidasyon oluşturur.⁴⁷

NaOCI, geniş spektruma sahip güçlü bir antimikrobiyaldir; bakteri, mantar, virüs ve sporlara karşı etkili olduğu gösterilmiştir.⁴⁸ NaOCI'nin antimikrobiyal etkinliği; kullanılan solüsyonun konsantrasyonuna, kanalda kalma süresine, pH'sına ve kullanım hacmine, sıcaklığına, temas yüzeyine, organik doku miktarına, sonik-ultrasonik sistemler gibi solüsyonu aktive edici enstrüman kullanımına bağlı olarak değişmektedir.¹⁴

Kök kanal tedavisinde genellikle %0.5 ile %5.25 konsantrasyon aralığında kullanımları tercih edilmektedir.⁴⁹ Fakat; NaOCI'nin etkin antimikrobiyal aktivite gösterdiği konsantrasyona dair fikir birliği henüz bulunmamaktadır. Berber ve ark.'nın⁵⁰ yaptıkları çalışmada NaOCI'nin diğer değişkenlere bağlı olmaksızın ancak yüksek konsantrasyonlarda kök kanal sistemini dezenfekte edebildiği gösterilmiştir. Siqueira ve ark.¹⁴ tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise NaOCI konsantrasyonu ve antimikrobiyal etkinlik arasında pozitif bir ilişki bulunduğu, düşük konsantrasyonlarda hacim olarak daha fazla irrigasyon solüsyonu kullanılması ve kök kanallarıyla temas süresinin artırılması ile birlikte solüsyonun antimikrobiyal etkinliğinin artırılacağı bildirilmiştir.

NaOCI'nin etkili olması için dokularla direkt temas halinde olmasının gerekliliği, preparasyonun apikalde yetersiz yapılması halinde solüsyonun

antimikrobiyal etkisinin düşmesi, tadının kötü olması, apikalden taşması durumunda periapikal dokular üzerinde toksik etki göstermesi, smear tabakasını tek başına kaldıramaması ve alerjik reaksiyonlara sebep olması gibi dezavantajlara sahiptir.⁵¹

Literatürde NaOCI'nin alerjik reaksiyona sebebiyet verebileceği yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir.⁵² Ayrıca NaOCI'nin kök kanal dentininde kollajen ve proteoglikanların bozulmasına sebep olarak dentinin mekanik direncini azaltığı bildirilmiştir.⁵³

İnsan lenfosit ve fibroblast hücrelerine karşı %5.25'lik NaOCI'nin toksik etki gösterdiği, nötrofil göçüne engel olduğu, endotel hücreleri üzerinde hasar oluşturduğu, yüksek konsantrasyonlarda kullanım durumunda ise submukozada kanama odakları oluşturup kollajende yıkımlar meydana getirdiği bildirilmiştir.⁵⁴

Yapılan araştırmalarda, kök kanal irrigasyonunda kullanılan %5.25'lik NaOCI'nin periapikse taşması durumunda yanma hissi, şiddetli ağrı, hızla gelişen ödem, ateş hematom, apse ve nekroz gibi birtakım doku hasarlarına neden olabileceği tespit edilmiştir.⁵⁵

2.5.2. EDTA

EDTA, smear tabakasını elimine etmek amacıyla kök kanal tedavilerinde sıklıkla kullanılan bir şelasyon ajanıdır.⁵⁶ Kök kanal tedavilerinde ilk olarak %15'lik konsantrasyonla Nygaard-Ostby tarafından 1957 yılında tanıtılmıştır.⁵⁶ Kök dentinindeki hidroksiapatitlerin içerisinde bulunan kalsiyuma bağlanan EDTA, çözülebilen kalsiyum şelatlarının oluşumu yoluyla demineralizasyon etkisi göstermektedir.⁵⁶

EDTA, intertübüler ve peritübüler dentinde dekalsifikasyon oluşturarak kollajeni açığa çıkarır, fakat şelasyon ajanları tek başına kullanıldığında organik dokuları çözebilme yetenekleri olmadığı için EDTA bu açığa çıkan kollajeni çözemez. Bu

nedenle NaOCI gibi organik doku çözücü bir ajanla beraber kullanımları önerilmektedir. EDTA-NaOCI kombinasyonunun kullanımı ile smear tabakasının uzaklaştırılması sonucu dentin permeabilitesi artmaktadır. Böylelikle NaOCI'nin dentin tübüllerinin derinliklerine, ulaşılması güç bölgelere diffüze olması kolaylaşmakta ve antimikrobiyal etkisi artmaktadır.⁵⁶

EDTA'nın tek başına kök kanallarında kullanılması halinde ise organik dokuları çözmedeki yetersizliği, antimikrobiyal etkisinin çok düşük olması gibi dezavantajlar söz konusudur.⁵⁶

2.5.3. KHX

KHX, sentetik bir katyonik bisguaniddir. Bakterilerin hücre zarındaki lipopolisakkaritler ve fosfolipitlerle reaksiyona girerek hücre içine giren lipofilik ve hidrofobik bir bileşiktir. Bakteriostatik etkisini hücre zarındaki enzimleri inhibe ederek, membran geçirgenliğini arttırarak gösterir. Bakterisit etkisini ise katyonik olması sebebiyle anyonik maddelere bağlanmasıyla gösterir. Sitoplazmik organellerin çökmesine yol açarak, hücrenin osmotik dengesini bozar ve hücrelerin tahribatına yol açar.⁵⁷

KHX, endodontik tedavilerde sıklıkla %0.2 likit veya %2 jel formda kullanılmaktadır. Düşük konsantrasyonda bakteriostatik, yüksek konsantrasyonda ise bakterisidal etki gösterir.⁵⁷

Güçlü bir antiseptik olan KHX, hem gram (+) hem de gram (-) aerobik ve anaerobik bakterilere, lipofilik virüslere ve mantarlara karşı etkilidir. KHX'i diğer antimikrobiyal ajanlardan farklı kılan en önemli özelliği; pelikül, tükürük proteinleri, müköz membranlar ve hidroksiapatite bağlanma yeteneğinin olmasıdır.⁵⁸

Bu dokulara bağlanan KHX, yavaş ve uzun süreli salınım yaparak antimikrobiyal etkisini göstermektedir.⁵⁹

Bütün bu olumlu özelliklerinin yanında KHX'in organik veya inorganik doku çözücü özelliği yoktur, kök kanal sistemindeki vital veya nekrotik doku artıklarını çözemez. Ayrıca smear tabakasının kaldırılmasında etkili değildir. Kök kanalındaki dentin talaşlarının, iltihabi eksuda ve ölü mikroorganizmaların KHX'in antimikrobiyal etkisini azalttığı bildirilmiştir.⁵⁷

İrrigasyon solüsyonu olarak kullanımı hususunda göz önünde bulundurulması gereken bir diğer konu ise KHX ve NaOCI arasında gelişebilen kimyasal reaksiyondur. NaOCI kullanımından sonra KHX ile kök kanallarında irrigasyon yapıldığında asit-baz etkileşimi sonucu parakloroanilin adı verilen turuncu-kahverengi, çözünmez nötr bir tuz açığa çıkar. Bu açığa çıkan maddenin karsinojenik olduğu bildirilmiştir.⁶⁰

2.5.4. Hidrojen Peroksit

Hidrojen peroksit kök kanal tedavisinde uzun yıllardır kullanılan bir ajandır. Kök kanallarında %3 ile %5 arasında değişen konsantrasyonlarda kullanılır.⁶¹

Bakteri, virüs, mantar, maya ve sporlara karşı potansiyel inhibitör etkileri olan oksitleyici bir irrigasyon ajanıdır. Serbest hidroksil radikalleri içerir. Bu radikal DNA'ya, membran lipitlerine ve temel hücre elemanlarına saldırır. Antimikrobiyal etkinliğini protein, yağ ve hücre zarlarındaki ikili bağların ve sülfidril gruplarının oksidasyonu sonucu gösterdiği ileri sürülmüştür.⁶²

Ucuz olması, kolay bulunması, kokusuz olması, beyazlatma özelliğinin bulunması, anaerobik bakterilere karşı etkili bulunması, kök kanalındaki debris ve artıkları köpürme etkisiyle rahatça uzaklaştırabilmesi gibi avantajlarına rağmen; hidrojen peroksitin doku çözücü etkisi yoktur, antimikrobiyal etkinliği düşüktür. Hidrojen peroksitin antibakteriyel etkinliğinin yetersiz olduğu bildirilmiş ve bu yüzden endodontik tedavilerde irrigasyon solüsyonu olarak tek başına kullanımı önerilmemiştir.⁶³

Kök kanallarında kullanıldığında köpürme etkisi göstererek içerisindeki artıkları uzaklaştırabilir, fakat aynı etkiyle debrisin periapikal alana taşmasına da sebep olabilir. Ayrıca kök kanal sisteminde rezidüel olarak kaldığında kanal içinde basınç oluşturarak ağrıya sebep olması, organik ve inorganik dokular üzerinde çözücü etkisi bulunmaması, kök kanallarında tekrarlayan ve inatçı enfeksiyonların sebebi olan *E. faecalis*'i elimine edememesi gibi dezavantajları mevcuttur.⁶³

2.5.5. MTAD

Doksisiklin (tetrasiklin izomeri), sitrik asit ve bir deterjan olan Tween-80 karışımından oluşan MTAD, smear tabakasının kaldırılması amacıyla günümüz endodontik tedavilerinde kullanılan pH değeri 2.15 olan bir irrigasyon solüsyonudur. Pulpa ve dentin dokularını çözmede EDTA'ya benzer fakat daha biyoyumlu bir ajandır.⁶⁴

Karışımın içeriğindeki doksisiklin, bakteriyostatik etkisini protein sentezini inhibe ederek gösterir. Sitrik asit, smear tabakasının uzaklaştırılmasında etkilidir. Tween 80'in ise yüzey gerilimini düşürerek MTAD'nin antimikrobiyal etkinliğini artırdığı bilinmektedir.⁶⁵ Yapılan bir çalışmada MTAD ve %1.3 NaOCI'nin kombine kullanımlarında NaOCI'nin tek başına kullanımından daha etkili bir şekilde *E. faecalis*'i elimine ettiği görülmüş ve %1.3'lük NaOCI kullanımından sonra son irrigasyon olarak MTAD'nin kullanımı önerilmiştir.⁶⁶

Smear tabakasını uzaklaştırabilmesi, dirençli bir bakteri olan *E. faecalis*'i elimine edebilmesi MTAD'nin avantajları arasında sayılabilir.⁶⁷ *C. albicans* üzerinde etkisinin zayıf olması, dişte renklenmeye sebebiyet vermesi, piyasada kolay bulunamaması, pahalı olması ve hazırlandıktan sonra 48 saat içerisinde kullanım gerekliliği ise dezavantajları arasında yer almaktadır.⁶⁷

2.5.6. Ozon

Ozon, atmosferde gaz halinde bulunan üç oksijen atomunun biraraya gelmesiyle oluşan kararsız bir moleküldür.⁶⁸ Ozon, oksijen molekülünün oksijen atomlarına ayrışıp daha sonra bu oksijen atomlarından birisinin tekrar oksijen molekülüyle tepkimesi sonucu oluşan doğal bir gazdır.⁶⁹

Çok geniş kullanım alanına sahip olan ozonun, dolaşım sisteminde periferik kan dolaşımı ve mikrodolaşım üzerinde onarıcı etkisi bulunmaktadır. Kan dolaşımını artırıp fizyolojik fonksiyonların idamesini sağlamaktadır. Düşük dozlarda vücut direncini artırarak immün sistemi desteklemektedir. Ağrı kesici etki göstermektedir. Oksidasyon ve dezenfeksiyon etkisi bulunmaktadır; bakteri, mantar ve virüslere karşı antimikrobiyal etkilidir.⁶⁸

Ozonun oksidasyon özelliği bakteri ve mantarların hücre duvarlarını ve membranlarını yıkıma uğratar. Glikolipit, glikoprotein ve diğer aminoasitler üzerinde etki göstererek hücrelerin enzimatik aktivitelerini bloke eder. Böylelikle membran geçirgenliği artarak ozonun hücreye girişi hızlanır ve mikroorganizmaların ölümü gerçekleşir.^{70, 71}

Ozon diş hekimliği pratiğinde; kök kanal tedavilerinde, cerrahi işlemlerde bölgesel oksijenlenmeyi artırmak, bakteri üremesini engellemek ve hemostaz amacıyla, dezenfeksiyon özelliğinden dolayı protez temizleyicisi olarak, başlangıç mine çürüklerinin tedavisinde, alveolit tedavisinde, ağız hastalıklarında, implant tedavisinde kullanılan bir irrigasyon ajanıdır.⁷²

Ozonun biyoyumluluğu ve antimikrobiyal etkisi sebebiyle kök kanal irrigasyonunda NaOCI'ye alternatif olabileceği düşünülmüştür. Nogales ve ark.⁷³ tarafından yapılan çalışmada KHX, hidrojen peroksit ve NaOCI solüsyonlarıyla yapılan kök kanal irrigasyonundan sonra dişte renkleşme, hemoraji, yara iyileşmesinde

gecikme, deride ülserasyon ve ödem gibi komplikasyonların tespit edilmesinden dolayı minimal yan etkiye sahip ozonun kök kanal irrigasyonunda kullanımı başarılı bulunmuştur.

Bazı çalışmalarda ozonun tedavi amacıyla doğru doz ve konsantrasyonda uygulanmasının güvenilir ve etkili bir yöntem olmasına rağmen; ozonun iritan etki gösterdiği, toksik ve oldukça reaktif bir gaz olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır.⁷⁴⁻⁷⁹

2.6. Bitkisel İçerikli Solüsyonların Kök Kanal İrrigasyonunda Kullanımı

Kök kanal tedavisiyle ilgili yapılan araştırmalar, irrigasyonun başarının önemli anahtarlarından biri olduğunu vurgulamaktadır.^{14, 80, 81} Ancak dezavantajları sebebiyle günümüz endodontik tedavilerinde sıklıkla kullanılan kimyasal içerikli irrigasyon solüsyonlarına alternatif yüksek antimikrobiyal etkinlik, düşük yan etkilere sahip endodontik antiseptiklerin arayışı devam etmektedir. Bu nedenle bitkisel içerikli solüsyonların kök kanal irrigasyonunda kullanımları gündeme gelmiştir.⁸²

2.6.1. Beyaz Çay

Beyaz çay, çay bitkisinin (*Camellia sinensis*) yapraklarının işlenmesiyle oluşan çay türlerinden birisidir (Şekil 2.1). Beyaz çay, çay yapraklarının tomurcuklarının işlenmesiyle oluşan, içerisinde çok fazla antioksidan bileşen bulunduran özel bir çaydır. Yeşil çay ve siyah çayla kıyaslandığında antioksidan değeri oldukça yüksektir.⁸³

Polifenoller en önemli bileşeni olmakla beraber, amino asitler, uçucu yağlar, kafein, vitaminler (A, B, C, K), karbonhidratlar, mineraller ve lipitleri içermektedir.⁸⁴ İçeriğindeki antioksidanlar sayesinde antibakteriyal ve antiviral etkili olduğu ve immün sistem üzerinde stimülan etki gösterdiği bildirilmiştir.⁸⁵



Şekil 2.1. Beyaz çay^{86, 87}

Yağ metabolizmasını aktive ederek ve kan glikoz seviyesini düzenleyerek antidiabetik etki gösterdiği tespit edilmiştir.⁸⁸ Hipertansif hastalarda kan basıncını düşürdüğü, antikoagülan etki gösterdiği bildirilmiştir.⁸⁹ İçerdiği flavonoidler sayesinde kanserli hücrelerin oluşumunu ve büyümesini engelleyip antikanser etki gösterdiği buna rağmen herhangi bir yan etkisi görülmediği bildirilmiştir.^{90, 91}

2.6.2. Altın Otu

Altın otu (Şekil 2.2), eski çağlardan beri farklı patolojileri tedavi etmek amacıyla kullanılan geniş dağılım ve çeşitlilik gösteren bir bitki türüdür.⁹² Altın otunun çiçeklerinden elde edilen özütlerin ana bileşenleri flavonoidler ve polifenollerdir.⁹³

İçeriğindeki kumarinler, antibakteriyel ve antikanser özelliğe sahip fitokimyasallardandır. Sindirim sistemini düzenleme, immün sistemi destekleme, antioksidan, antienflamatuar ve antimikrobiyal özelliklere sahiptir.^{94, 95}



Şekil 2.2. Altın otu

Altın otu türleri safra kesesi düzenleyici ve diüretik etkileriyle 2000 yılı aşkın süredir alternatif tıpta kullanılan bir bitki çeşididir. Bu etkiler altın otu türlerinin flavonoid içeriğinden kaynaklanmaktadır. Ülkemizde alternatif tıp alanında altın otunun bazı türleri böbrek taşlarının düşürülmesi amacıyla kullanılmaya devam edilmektedir.⁹⁶

Altın otu bitkisinin farklı bölgelerinden elde edilen özütlerin gram pozitif bakterilere (*E. faecalis*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *S. aureus*), gram negatif bakterilere (*K. pneumoniae*, *Y. enterocolitica*, *P. aeruginosa*, *E. coli*) ve mantarlara (*C. neoformans*, *C. albicans*) karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir.⁹⁷

2.6.3. Elma Sirkesi

Elma sirkesi uzun yıllardır yara dezenfeksiyonunda ve enfekte yaraların tedavisinde kullanılmaktadır. Sirkenin içeriğinde potasyum, fosfor, klor, sodyum, magnezyum, kalsiyum, sülfür, demir, flor, silisyum gibi minerallerin yanında pektin, beta karoten, serbest radikallerle savaşan enzimler bulunmaktadır. Ayrıca içeriğindeki aminoasitlerle immün sistem üzerinde destekleyici özelliği de mevcuttur.⁹⁸

İçeriğindeki maleik asit, elma sirkesinin terapötik özelliğinden sorumlu elementtir. Elma sirkesinin endodontik mikrobiyaya ve smear tabakasının kaldırılması üzerine etkisi son yıllarda araştırmalara konu olmaktadır.⁹⁸

2.6.4. Limon

Önemli bir tıbbi bitki olan limon, sitrik asitin doğal olarak en çok bulunduğu (%5-7) bitkidir ve pH değeri 2-2.5 arasında değişmektedir.⁹⁹ İçerdiği alkaloidler sebebiyle antikanser aktivite göstermektedir ve farklı kısımlarının (yaprak, kök ve çiçek) ham özütlerinin klinik olarak önemli bakteri suşlarına karşı antibakteriyel özelliği bildirilmiştir.¹⁰⁰

Limon kabuğunda bulunan flavonoidler ve esansiyel yağların limonun antimikrobiyal etkinliğinde önemli rolü olduğu bilinmektedir.¹⁰¹

Limon kabuğu özütünün *E. faecalis* ve *C. albicans*'a etkili olduğu ve limon kabuğu özütünün doğal antimikrobiyal ajan olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.¹⁰²

Meyve sularının smear ve debris uzaklaştırma etkinliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, limon suyunun smear tabakasını en fazla uzaklaştıran meyve suyu olduğu ve smear tabakasını etkili bir şekilde kaldırdığı bildirilmiştir. Bu etkinliğinin içeriğindeki sitrik asitten kaynaklandığı vurgulanmıştır.¹⁰³

2.6.5. Kekik

Kekik; yaklaşık 200 tür içermekle beraber birçok alt türe, çeşide ve forma sahip endemik bir bitki türüdür.¹⁰⁴ Kekik türleri, tıbbi ve aromatik bitkiler olarak kozmetik sanayide ve parfümeride sıklıkla kullanılır.¹⁰⁴

Çeşitli bakteri ve funguslar üzerinde inhibitör etki gösteren kekik esansiyel yağları 20. yüzyılın başlarına kadar antiseptik amaçla kullanılmıştır.¹⁰⁵ Spazm giderici, antioksidan, antienflamatuar, antiviral, antibakteriyel özelliklere sahiptir.^{106, 107} İçeriğindeki fenolik bileşenlerden timol ve karvakrol, güçlü antimikrobiyal etkinliğinden ve geniş antimikrobiyal spektrumundan sorumlu majör komponentleridir.¹⁰⁸

Kekik yağının oral patojenler üzerindeki etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada *E. faecalis* ve *C. albicans*'a karşı esansiyel yağın etkili olduğu tespit edilmiş ve intrakanal antiseptik olarak kullanımı tavsiye edilmiştir.¹⁰⁹ Kekik esansiyel yağının antifungal etkinliğinin test edildiği bir diğer çalışmada ise *C. albicans*'ın kekik yağına karşı hassas olduğu tespit edilmiştir.¹¹⁰

Bir diğer çalışmada ise agar disk difüzyon metoduyla kekik esansiyel yağının *C. albicans*'a karşı etkinliğinin yüksek olduğu, *E. faecalis*'in ise direnç gösterdiği tespit edilmiştir.¹⁰⁴

Anzer kekiği, Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinin yüksek yaylalarında doğal olarak yetişen kızılpembe renkli çiçeklere sahip bir bitkidir (Şekil 2.3). Esansiyel yağ bileşimi Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi ile incelenen Anzer kekiğinin içerdiği timol, karvakrol, -terpinen, *p*-simen ve terpinil asetat ile antimikrobiyal etkinlik gösterdiği bildirilmiştir.¹¹¹



Şekil 2.3. Anzer kekiği

2.7. Antimikrobiyal Duyarlılık Testleri

Duyarlılık testleri, bir etken maddenin antimikrobiyal etkinliğinin tespit edilmesi amacıyla yapılan *in vitro* işlemlerdir.¹¹²

Antimikrobiyal etkinlik belirlenirken sıklıkla iki yol takip edilmektedir. Birincisi, sürenin sabitlenip mikroorganizma üzerinde inhibitör konsantrasyonun belirlendiği yöntemdir. Diğer i se konsantrasyonun sabit tutulmasıyla beklenen antimikrobiyal etkinliğe ulaşılan sürenin belirlendiği yöntemdir. Antimikrobiyal etkinliğin tespit edilmesi amacıyla birçok yöntemin kullanıldığı bildirilmiştir. İnhibisyon zon ölçümü, türbidimetrik yöntemler, mikroorganizma sayımı (CFU), minimum inhibitör konsantrasyonu belirlenerek test edilen maddenin antimikrobiyal etkinliği değerlendirilebilmektedir.¹¹³

2.7.1. Difüzyon Testleri

2.7.1.1. Disk Difüzyon Testi

Bu teknikte, mikroorganizma inokule edilmiş katı besiyeri üzerine antimikrobiyal etkinliği test edilecek madde veya antibiyotik emdirilmiş disk yerleştirilir. Diskin çevresinde mikroorganizmaların üreyemediği daire şeklindeki alanın çapı (inhibisyon zon çapları) ölçülerek disk içerisindeki antimikrobiyal maddenin etkinliği değerlendirilir. Mikroorganizma test edilen maddeye ne kadar duyarlıysa diskın çevresinde oluşan inhibisyon zon çapı da o derece büyük olacaktır. Zon çapları milimetrik olarak ölçölüp standart zon değeriyle karşılaştırması yapılır. İnhibisyon zon çapına göre mikroorganizmalar duyarlı, orta ve dirençli olacak şekilde sınıflandırılmaktadır. Bu teknik rutin olarak patojen mikroorganizmaların antibiyotik hassasiyetini test etmek amacıyla kullanılmaktadır.¹¹⁴

Çok sayıda mikroorganizma ve antimikrobiyal maddeyi incelemek için pratik bir yöntem olmasına rağmen antimikrobiyal etkinliğin belirlenmesinde tek başına yeterli olmadığı bildirilmektedir.¹¹⁵

2.7.1.2. Agar Kuyucuk Difüzyon Testi

Disk difüzyon testine benzer olarak, mikroorganizma kolonilerinin katı besiyerine eküvyon çubuğu yardımıyla ekiminden sonra oluşturulan kuyucuğa test edilecek antimikrobiyal madde eklenir. Mikroorganizma türüne göre yeterli sürede inkübasyon sağlanır. Bu süreçte etkinliği test edilen madde agar içerisine yayılmakta ve mikroorganizma üzerindeki etkinliğine göre üremeyi engellemektedir. İnkübasyon sonrası test edilen antimikrobiyal maddenin kuyucuk çevresinde oluşturduğu inhibisyon zon çapının ölçölmesiyle antimikrobiyal aktivite belirlenir.¹¹⁴

2.7.1.3. E-test

Difüzyon temeline dayanan bir tekniktir. Disklerin yerine antibiyotik veya etken madde emdirilmiş plastik stripler kullanılır. Test stripleri inoküle edilmiş agar besiyerinin üst yüzeyine etken madde emdirilmiş kısmı alta gelecek şekilde yerleştirilir. İnkübasyon sonunda stripin bir ucunda eliptik bir inhibisyon zonu meydana gelir. Test edilen antimikrobiyal maddenin etkinliği bu zonun skalada denk geldiği değere göre minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) değeri olarak hesaplanır.^{116, 117}

2.7.2. MİK

Sıvı besiyerinin antimikrobiyal ajan veya etken madde ile karıştırılmasının ardından çift katlı seri dilüsyonu yapılır ve belirlenen standart yoğunlukta mikroorganizma ihtiva eden inokulumun ilave edilmesiyle dilüsyon testi uygulanır. Antimikrobiyal özelliğe sahip olduğu düşünülen maddelerin farklı konsantrasyonlardaki bu örneklerinin, mikroorganizmaların gelişimini engellediği veya tamamen yok ettiği en düşük derişime MİK adı verilmektedir.¹¹⁸

Katı veya sıvı besiyerinde antimikrobiyal dilüsyonların uygulanması sıklıkla tercih edilen MİK belirleme yöntemlerinden biridir.¹¹⁹ MİK değeri; inokulum miktarı, mikroorganizma türü, inkübasyon sıcaklığı gibi analiz şartlarına bağlı olarak değişebilmektedir.¹²⁰

2.7.3. Dilüsyon Testleri

Dilüsyon testleri, bir etken maddenin veya antimikrobiyal ajanın bir mikroorganizmanın çoğalmasını durdurmak veya eliminasyonunu sağlamak için gerekli en düşük konsantrasyonu belirlemek amacıyla uygulanır.¹²¹

2.7.3.1. Sıvı Dilüsyon Testi

Sıvı dilüsyon testlerinde, sıvı besiyeri ve değişen konsantrasyonlardaki antimikrobiyal ajan veya etken maddenin karıştırılmasının ardından çift katlı seri

dilüsyon uygulanır. Standart oranda mikroorganizma ihtiva eden inokulum belirlenen miktarda karışımlara ilave edildikten sonra inkübasyona bırakılır. İnkübasyon süresinin sonunda üremeyi durduran en düşük etken madde veya antimikrobiyal ajan konsantrasyonu tespit edilir. Sıvı besiyerinde yapılan seri dilüsyonlar tüpte uygulanıyorsa makrodilüsyon, bunun için mikropilaka kullanılıyorsa mikrodilüsyon olarak adlandırılır.¹¹²

2.7.3.2. Agar Dilüsyon Testi

Sıvı mikrodilüsyon tekniğine benzerdir. Bu teknikte test edilecek ajanın her bir konsantrasyonu, eritilmiş ve 48-50°C'ye soğutulmuş sıvı agar besiyeriyle karıştırılarak belirli hacimlerde farklı petrilere dökülüp soğumaya bırakılır. Etken madde veya antibiyotik içeren agar donduktan hemen sonra mikroorganizma süspansiyonu inokule edilir. İnkübasyon sonrası üremenin görülmediği en düşük konsantrasyon MİK olarak belirlenir.¹²²

2.8. Mikrobiyolojik Sayım Yöntemleri

Testlerle tespit edilen MİK değerleri kullanılarak yapılan deneylerde, istatistiksel değerlendirme yapılabilmesi ve deney sonuçlarının kıyaslanabilir olması için mikroorganizma sayılarının kantitatif olarak sayılması gerekmektedir. Bunun için bazı yöntemler kullanılır.

2.8.1. Direkt Metodlar

Froti sayımı: Mikroorganizma sayılacak örnekten alınan 10 µL numune lam üzerine yayılır, kurumasının ardından tespit edilir. Boyandıktan sonra X100 büyütmede tüm sahada mikroorganizma sayımı yapılır. Orijinal numunedeki mikroorganizma sayısı belirlenir.¹²³

Bakteri sayımı: Bu metotta mikroorganizmaları sayabilmek için Petroff-Hausser tipi hemositometreler kullanılır. Hareketli veya çok yoğun bakteri yığılmalarını

saymada güçlükler meydana gelebilmektedir. Canlı ve ölü mikroorganizmaları tespit etmek de mümkün değildir.¹²³

Elektronik sayım: Son yıllarda elektronik olarak yapılan sayımlarda çok hızlı sonuç alınabilmektedir. Bu yöntem oldukça pahalı olmakla birlikte henüz yaygın olarak kullanılmamaktadır.¹²³

Direkt mikroorganizma sayım metotlarının bazı dezavantajları mevcuttur: Bunlar; canlı ve ölü mikroorganizmaların bu teknikte ayırt edilememesi, her ikisinin de sayıma dahil edilmesi ve sayım doğruluğunu olumsuz yönde etkilemeleridir.

2.8.2. İndirekt Metodlar

Türbidimetrik yöntem: Sıvı kültürlerde mikroorganizmalar üredikçe sıvının bulanıklığı artar. Bu bulanıklık derecesini belirlemek için spektrofotometre kullanılmaktadır. Işığın geçişinin berrak ortamlarda fazla, bulanık ortamlarda ise daha az olması mantığı üzerine kurulu bu teknikte, sıvıdaki bulanıklık sayesinde üreme mevcudiyeti ve derecesi tespit edilebilmektedir. Spektrofotometre cihazında bulanıklığı ölçülen sıvının absorbe ettiği ışık miktarına “absorbans” veya “optik dansite” denir. Bu sıvıya gönderilen ışığın sıvı tarafından tutulmasıdır. Optik dansite değerindeki artışlar, mikroorganizmaların çoğalmasını ifade etmektedir.¹²³

Total hacim tayini: Mikroorganizma sayımı yapılacak kültürlerden 10-15 mL alınarak santrifüj tüplerine (Hopkins tüpü) aktarılıp santrifüj edilir. Tüpün dibinde toplanan sedimentin hacmi ölçülür. Belirli bir süre içerisinde hacimsel olarak ne kadar mikroorganizma ürettiği tespit edilir.¹²³

McFarland tüpleri ile tayin: Bir sıvıdaki mikroorganizmaların sayısı, standart McFarland tüpleriyle bulanıklık skalasına göre belirlenebilir. Fakat bu teknik her mikroorganizma için uygulanamaz. Çünkü tüplerde oluşan aynı derecedeki bulanıklığı

meydana getiren mikroorganizma yoğunlukları, mikroorganizma türüne göre değişiklik gösterir.¹²³

Kimyasal metod: Mikroorganizma içeriğindeki karbon, fosfor, azot, DNA, RNA ve diğer bileşenlerin miktarları ölçülerek mikroorganizmanın üremesiyle alakalı bilgi edinilir.¹²³

Biyokimyasal metod: Mikroorganizmaların metabolizma aktivitesi (glukoz ve O₂ kullanımı, asit ve CO₂ oluşturmaları gibi) ölçülerek üreme durumları tespit edilir.¹²³

2.8.3. Kültür Metodları

Kültür metodlarıyla mikroorganizma sayımı 5 farklı yöntemle yapılabilir:

Selüloz filtreleri ile sayım: Asetattan yapılmış selülozun 1 cm²'sinde yaklaşık 50 milyon tane, 0.5 µ ya da daha küçük çapta milipor filtreler bulunmaktadır. Bu filtreler sterilizasyon işleminden sonra özel aletine takılır ve mikroorganizma bulunan sıvı bu aletle süzülür. Filtreleme işlemi bittikten sonra steril bir pensle filtre çıkarılır ve bu filtre içerisinde mikroorganizma türüne göre uygun sıvı besiyeri bulunan bir petriye konulur. İnkübasyonun ardından filtrenin üstünde üreyen koloniler sayılır.¹²³

Lam metodu: Mikroorganizma içeren sıvının, içerisinde 42-45°C'ye ısıtılmış agar besiyeri olan tüplerde, on katlı seri dilüsyonları yapılır. Son dilüsyondan 0.5 mL alınarak bir lama aktarılır. Etüvde 6-8 saat 37°C'de tutulduktan sonra uygun bir boyayla boyanır. Üreyen koloniler mikroskop altında sayılır.¹²³

Roller tüp metodu: Bu yöntemde özel şişeler kullanılır. Bu şişelerin içerisinde 42-45°C'ye ısıtılmış agar besiyeri bulunmaktadır. Kültür solüsyonu 10 katlı dilüsyona uğrattılır. Sonrasında her şişe santrifüj edilir. Santrifüj sonrası agar kenarlarda katılaşır. Bu aşamadan sonra şişeler etüvde inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonrası üreyen mikroorganizmalar şişenin kenarlarında kolaylıkla görülebilir. Sayım işlemi gerçekleştirilip mikroorganizma adedi tespit edilir.¹²³

Dilüsyonla sayma: Sayımı yapılacak örneğin 10 mL'lik sıvı besiyerinde on katlı dilüsyonları hazırlanır. Uygun sıcaklıkta inkübasyonu sağlandıktan sonra mikroorganizma üreyen ve üremeyen tüpler belirlenir ve seri dilüsyon öncesi kültürdeki (1 mL) mikroorganizma miktarı hesaplanır.¹²³

Koloni sayımı: Mikrobiyolojide mikroorganizma sayımı denildiğinde genel anlamda anlaşılan tekniktir. Sadece canlı hücrelerin sayıldığı bir yöntemdir. Yeni terminolojide CFU; tüm canlı hücrelerin değil, besiyerinde sayımı yapılan ve üreyebilen mikroorganizmaların oluşturdukları kolonilerin sayılması anlamına gelmektedir.¹²³

2.9. Smear Tabakası

Amerikan Endodonti Birliği tarafından yapılan tanımlamaya göre smear tabakası; diş dokularının döner aletler veya el aletleriyle enstrumantasyonu sonucu oluşan, vital veya nekrotik pulpa artıkları, artık irrigasyon ajanları ve mikroorganizmalar içeren kök kanal dentinini örten, yüzeyel debris tabakasıdır.¹²⁴

Organik ve inorganik yapılardan oluşan smear tabakasının inorganik yapısını; kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında oluşan dentin talaşları, organik yapısını ise kan hücreleri, mikroorganizmalar, odontoblast uzantılarının parçaları, vital ve nekrotik pulpa kalıntıları oluşturur.^{125, 126}

Nekrotik veya vital pulpa dokusu nedeniyle yüksek oranda organik materyal içeriğine sahip olan smear tabakası iki tabakadan oluşur: Yüzeysel tabaka, tübüllerin ağızlarına ve intertübüler dentine gevşekçe tutunan 1-5 µm kalınlığında olan tabakadır. Derin tabaka ise dentin tübüllerine 40 µm kadar penetrasyonu olabilen dentine sıkıca bağlanmış tabakadır.¹²⁶ Smear tabakasının tübüllere penetrasyon derinliğinin kullanılan enstrümana ve freze bağlı olarak değişiklik gösterebileceği, smear tabakası ve dentin tübülleri arasındaki kapiller kuvvetlerle ilişkili olarak kalınlığının 110 µm'ye kadar artabileceği rapor edilmiştir.¹²⁷

Smear tabakasının içeriği ve kalınlığı preparasyon aşamasında kullanılan eğenin yapısına, tipine ve keskinliğine, eğeleme boyunca kullanılan kuvvete, eğeleme tekniğine, preparasyon esnasında dentinin ıslak veya kuru olmasına, irrigasyon solüsyonlarının türüne, miktarına ve kullanım şekline bağlı olarak değişir. Kök kanallarının preparasyonu esnasında kullanılan frezler ve kanal aletlerinin kullanımına bağlı olarak oluşan smear tabakasının, şekillendirme yapılmamış kanallarda olmadığı bildirilmiştir.¹²⁶

Smear tabakasının avantaj ve dezavantajları birçok araştırmacı tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu tabakanın kök kanallarından temizlenmesi veya bırakılmasıyla ilgili farklı görüşler mevcuttur.¹²⁸⁻¹³⁰ Son yıllarda yapılan çalışmalarda smear tabakasının kaldırılması gerektiği görüşü ağır basmaktadır.¹³⁰

Smear tabakasının kaldırılmaması gerektiğini savunan araştırmacılar, bu tabakanın dentin tübüllerini tıkayıp geçirgenliği azalttığını, bununla beraber bakteri ve bakteri metabolitlerinin geçişini mekanik olarak engelleyerek kök kanal tedavisinin başarısını artırdığını savunmaktadırlar.¹²⁸⁻¹³⁰ Fakat smear tabakasını sızdırmaz olmadığı, mikroorganizma ve ürünlerine rezervuar oluşturabileceği gösterilmiştir.¹³¹

Smear tabakasının kaldırılmasının gerekliliğiyle ilgili literatürde çok sayıda çalışma bulunmakla beraber kaldırılma gerekliliği;

- İçeriğinde nekrotik doku, bakteri, bakteri toksinleri bulundurmasına ve bu bakterilerin üreyerek tübüllerin içerisine yayılmasına,
- Yoğunluğu ve stabilitesinin düşük olmasıyla beraber homojen olmaması nedeniyle sızıntıya sebebiyet vermesine,
- Smear tabakası mikroorganizmalar için substrat görevi görerek mikroorganizmaların dentin tübüllerinin daha derinlerine nüfuz etmelerine sebep olmasına,

- İrrigasyon solüsyonlarının tübüllere penetrasyon derinliğini engelleyerek dentin tübüllerinin derinlerinde bulunan mikroorganizmalar üzerindeki dezenfeksiyon etkinliğini azaltmasına,
- Kök kanal dolgu materyalleri ve kanal duvarı arasında bir bariyer oluşturarak kök kanal dolumu aşamasında yeterli tıkamayı engellemesine,
- Kanal patlarının tübüllere bağlanmasını zayıflatarak kök kanal dolumu sonrası mikrosızıntıya ve kontaminasyona yol açmasına bağlanmıştır.^{126, 130}

Smear tabakasının kök kanal sistemindeki etkileri üzerindeki tartışmalara rağmen, bazı araştırmacılar smear tabakasının kendisinin enfekte olabileceğini ve kök kanallarında mikroorganizma varlığının devam edebileceğini bildirmişlerdir.^{132, 133} Bahsedilen endişeler sebebiyle kök kanallarında smear tabakasının uzaklaştırılması gerekmektedir.

2.10. Smear Tabakası İnceleme Yöntemleri

Kök kanallarındaki smear tabakası; ışık mikroskobu, stereomikroskop, geçirimli elektron mikroskobu ve SEM ile görüntülenebilir. Kök kanal morfolojisini ve alan derinliğini mükemmel şekilde yansıtması sebebiyle smear tabakasının değerlendirilmesinde SEM sıklıkla kullanılmaktadır.

2.10.1. SEM

Elektron mikroskobu vakum içinde hızlandırılmış elektron demeti kullanan, yüksek büyütmelerde yüksek rezolüsyonda görüntüler elde edilebilen bir mikroskoptur. Işık mikroskobuyla karşılaştırıldığında avantajları olduğu bildirilmiştir.¹³⁴

Işık mikroskobunun ayırma gücünün yetersizliği ve buna bağlı büyütme gücünün düşük olması, incelenen materyalin kimyasal bileşenleriyle ilgili bilgi verememesi, pürüzlü yüzeylerin araştırılmasında yetersiz kalması gibi dezavantajları nedeniyle SEM tercih edilmektedir.¹³⁴

Tıp, botanik, hücre biyolojisi, diş hekimliği bilimlerinden elde edilen örnekler 100.000 büyötmeye kadar incelenebilir, numunelerin yüzeylerindeki farklılıklar değeriendirilebilir.¹³⁴ İçeriğinde su bulunan numuneler dehidrate edildikten sonra yüksek vakum altında karbon, paladyum veya altın gibi bir iletkenle kaplanmasının ardından yüzey görüntölemesi yapılabilir.¹³⁵

SEM, dişe ait sert dokuların görüntölenmesinde ve ayrıntılı incelenmesinde sıkça kullanılan bir görüntöleme tekniğidir. Dentin tübüllerinin çapı ve yoğunluğunun tespit edilmesinde, irrigasyon ajanlarının diş sert dokularında oluşturduğu değışikliklerin incelenmesinde, kök kanal dolgu patlarının tüböl penetrasyon derinliğinin ve yüzey adaptasyonunun araştırılmasında ve smear tabakasının değeriendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır.^{80, 136-138}

3. MATERYAL VE METOD

Çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 06.02.2020 tarihli 2020/17 no'lu kararına göre etik açıdan uygun bulundu (Ek-2).

Çalışmada kullanılan bitki özütlerinin eldesi Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi'nde, mikrobiyolojik analizler Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Ana Bilim Dalı Mikrobiyoloji Laboratuvarı'nda, SEM incelemesi ise Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirildi.

Çalışmadaki örnek sayısını belirlemek için güç analizi uygulandı. Antimikrobiyal etkinliğin değerlendirilmesinde %95 güven ($1-\alpha$), %99,9 test gücü ($1-\beta$) ve 1,742 etki büyüklüğü (f değeri) ile her bir grupta 8 örnek bulunması gerektiği tespit edildi.¹³⁹ Smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinin değerlendirilmesinde ise %95 güven, %97,9 test gücü ve 1,000 etki büyüklüğü ile her bir grubun 5 örnekten oluşması gerektiği görüldü.¹⁴⁰

Güç analizlerine uygun olarak antimikrobiyal etkinlik incelemesi için 112 adet, smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinin değerlendirilmesi için ise 70 adet toplamda 182 adet süt molar dişlere ait kökler kullanıldı.

Çalışmada Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Kliniği'ne başvuran çocuk hastalara ait; radyografik olarak herhangi bir internal/eksternal kök rezorpsiyonu bulunmayan, fizyolojik olarak kök kanal gelişimini tamamlamış, derin dentin çürüğü nedeniyle veya ortodontik amaçla çekim endikasyonu bulunan, alt çene süt azı dişlerinin distal kökleri ve üst çene azı dişlerinin palatinal kökleri kullanıldı. Birden fazla kanal bulunan kökler ile, rezorpsiyon miktarı kök boyunun 1/3'ünü aşan dişler çalışmaya dahil edilmedi. Çalışmaya velileri aydınlatılmış onam formunu imzalayan çocukların çekilmiş dişleri dahil edildi (Ek-3).

Üzerindeki sert ve/veya yumuşak doku artıkları kretuar yardımıyla temizlenen dişler çalışma yapılncaya kadar oda sıcaklığında ve %0.1'lik timol içerisinde muhafaza edildi.

3.1. Çalışmada Kullanılan Bitkiler

Çalışmada kullanılan bitkiler ve temin edildikleri yerlere ilişkin bilgiler Tablo 3.1'de verildi.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan bitkiler ve temin edildikleri yerler

Bitki	Lokasyon	Rakım
Beyaz Çay	Ardeşen- Rize	35 m
Altın Otu	Doğu Anadolu Bölgesi (Erzincan, Erzurum, Bitlis)	1565 m
Limon	RTEÜ Ziraat Fakültesi Çeşit Bahçesi	60 m
Anzer Kekiği	Anzer Yaylası, Rize	2200 m

3.2. Bitki Özütlerinin Hazırlanması

3.2.1. Bitki ve Meyvelerin Kurutulması

Yetiştikleri mevsim ve içeriklerinin zengin olduğu dönemler göz önünde bulundurularak toplanan bitkiler; toprak, yabancı ot gibi materyallerden temizlendi. Bekleme süresinde mantarlaşma ve bozulmaları engellemek amacıyla etil alkol ve distile su ile yıkandıktan sonra, %25 nem oranında açık alanda iki gün kurumaları sağlandı.

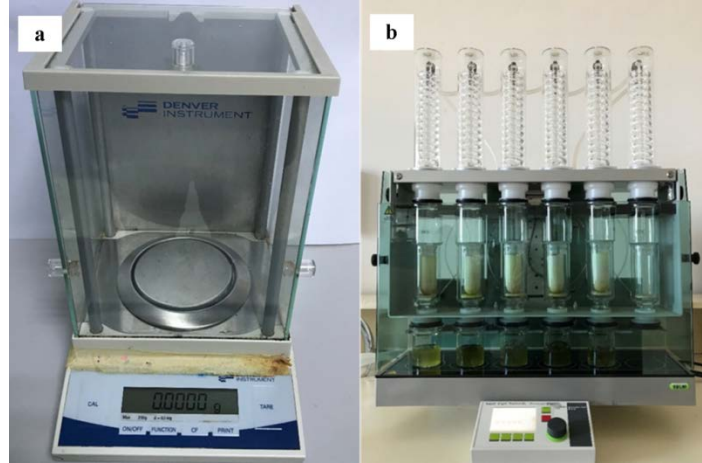
Limon, küçük parçalara ayrıldıktan sonra içerisinde bulunan suyun uzaklaşması için liyofilizatör (Freezone 2.5, Labconco, Cansas City, ABD) yardımı ile 85°C'de 2 gün süreyle kurutuldu (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Bitki içerisindeki suyun uzaklaştırılması için kullanılan liyofilizatör

3.2.2. Kurutulmuş Bitki ve Meyvelerin Ekstraksiyonu

Kurutulmuş bitki ve meyve numuneleri hassas terazide (TP-214, Denver Instrument, Almanya) (Şekil 3.2a) ayrı ayrı 5'er gram tartılıp kartuşlara yerleştirildi. Soxhlet ekstraksiyon cihazında (E-816, BUCHI, Flawil, İsviçre) (Şekil 3.2b) 100 mL metanol ilavesi ile ekstraksiyon işlemi 1 saatlik döngüde gerçekleştirildi.



Şekil 3.2. a. Çalışmada kullanılan hassas terazi, **b.** Bitki özütlerinin hazırlandığı Soxhlet ekstraksiyon cihazı

Ekstraksiyon işlemi tamamlandıktan sonra çözücünün uzaklaşması için 30 dakika boyunca çözücü uzaklaştırma işlemi gerçekleştirildi. Çözücünün tamamen uzaklaşması için iki gün süreyle etüvde 35°C'de bekletildi (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Fazla çözücüsü uzaklaştırılan özütler

Metanolün uzaklaşmasının ardından her bir bitki özütü, kullanılacağı zamana kadar steril falkon tüplerde (ISOLAB Laborgeräte GmbH, Wertheim, Almanya) - 20°C’de muhafaza edildi.

3.3. Çalışmada Kullanılan Besiyerlerinin İçeriği ve Hazırlanması

3.3.1. Brain Heart Infusion (BHI) Besiyeri

BHI (Merck, Darmstadt, Almanya) besiyerinin içeriği Tablo 3.2’de gösterildi. Ticari olarak temin edilen besiyerinin, 37 gramı 1000 mL distile su içerisinde üretici firmanın önerileri doğrultusunda homojen olarak çözüldükten sonra 121°C’de 15 dakika otoklavlanarak kullanım zamanına kadar +4°C’de bekletildi (pH: 7.4 ± 0.2). BHI besiyeri *E. faecalis*’e ait sıvı dilüsyonların hazırlanmasında kullanıldı (Şekil 3.4).

Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan BHI besiyerinin içeriği

İçerik	Miktar
Beyin, kalp ve pepton özütü	27.5 g
Sodyum Klorür	5 g
Disodyum hidrojen fosfat	2.5 g
D-glikoz	2 g



Şekil 3.4. BHI besiyeri

3.3.2. Mueller-Hinton Agar (MHA) Besiyeri

MHA (Merck, Darmstadt, Almanya) besiyerinin içeriği Tablo 3.3’de gösterildi. Ticari olarak temin edilen 34 g besiyeri 1 litre saf su içerisinde üretici firmanın önerileri doğrultusunda çözülerek kaynayana kadar ısıtıldı. Tamamen homojenize olana kadar sık aralıklarla çalkalandı ve 121°C’de 15 dakika otoklavlanıp, 45-50°C’ye kadar soğutulduktan sonra petrilere transfer edildi (pH: 7.4 ± 0.2). Hazırlanan besiyeri *E. faecalis*’in kültüründe ve antimikrobiyal aktivite çalışmalarında kullanıldı (Şekil 3.5).

Tablo 3.3. Çalışmada kullanılan MHA besiyerinin içeriği

İçerik	Miktar
Kazein hidrolizat	17.5 g
Agar-agar	13 g
Et infüzyonu	2 g
Stark	1.5 g



Şekil 3.5. MHA besiyeri

3.3.3. DeMan Rogosa Sharp (MRS) Besiyeri

MRS besiyerinin (Merck, Darmstadt, Almanya) içeriği Tablo 3.4’de gösterildi. Ticari olarak temin edilen besiyerinin 52.2 gramı 1 litre saf suda üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda çözülerek, 121°C’de 15 dakika otoklavlanıp kullanılacağı zamana kadar +4°C’de muhafaza edildi (pH: 5.7 ± 0.2). Besiyeri *C. albicans*’a ait sıvı dilüsyonların hazırlanmasında kullanıldı (Şekil 3.6).

Tablo 3.4. Çalışmada kullanılan MRS besiyerinin içeriği

İçerik	Miktar
D-glukoz	20 g
Kazein peptonu	10 g
Et özütü	8 g
Sodyum asetat	5 g
Maya özütü	4 g
Dipotasyum hidrojen fosfat	2 g
Diamonyum hidrojen sitrat	2 g
Tween 80	1 g
Magnezyum sülfat	0.2 g
Manganez sülfat	0.04 g



Şekil 3.6. MRS besiyeri

3.3.4. Potato Dekstroz Agar (PDA) Besiyeri

PDA besiyerinin (Neogen, MI, ABD) içeriği Tablo 3.5'te gösterildi. Ticari olarak temin edilen besiyerinin 39 gramı 1 litre saf suda üretici firmanın önerileri doğrultusunda çözülerek homojenliğin sağlanması için 1 dakika kaynatıldı. 121°C'de 15 dakika otoklavlanarak 45-50°C'ye soğutulup 9 cm çaplı steril, plastik petrilere 4 mm kalınlık oluşturacak şekilde döküldü. Petrilerdeki sıvı besiyerininin soğumasının ardından kullanılacağı zamana kadar +4°C'de muhafaza edildi (pH: 5.6 ± 0.2). Besiyeri *C. albicans*'ın kültüre edilmesinde ve antimikrobiyal aktivite çalışmalarında kullanıldı (Şekil 3.7).

Tablo 3.5. Çalışmada kullanılan PDA besiyerinin içeriği

İçerik	Miktar
Patates özütü	4 g
Dekstroz	20 g
Agar	15 g



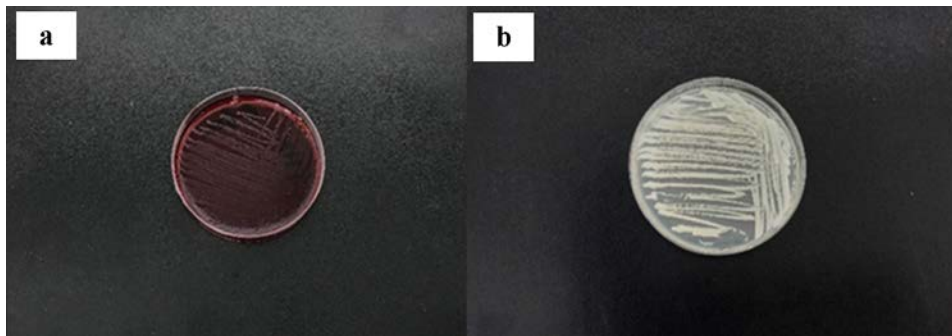
Şekil 3.7. PDA besiyeri

3.4. Antimikrobiyal Etkinliğin Test Edilmesi

3.4.1. Kültür Süspansiyonlarının Hazırlanması

Çalışmada kullanılan *E. faecalis* ATCC (American Type of Culture Collection) 29212 ve *C. albicans* ATCC 60193 suşları Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Ana Bilim Dalı Mikrobiyoloji Laboratuvarı'ndan temin edildi.

E. faecalis; MHA besiyerinde 24 saat, *C. albicans* ise PDA besiyerinde 48 saat süresince 37°C'de inkübe edilerek taze kültürler elde edildi (Şekil 3.8). Çalışmaya ait tüm deneyler steril şartlarda ve steril kabin (MN 120, Nüve, Ankara, Türkiye) (Şekil 3.9) içerisinde gerçekleştirildi.



Şekil 3.8. a. *E. faecalis*'in MHA besiyerindeki üreme görüntüsü, b. *C. albicans*'ın PDA besiyerindeki üreme görüntüsü

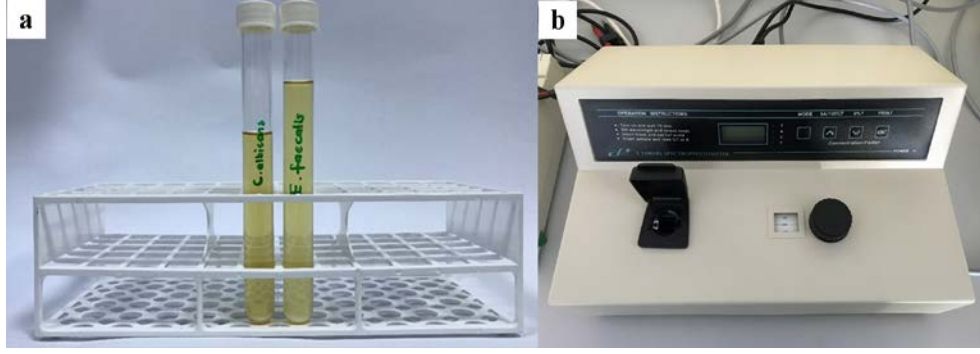


Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan steril kabin

3.4.2. Test Solüsyonlarının *E. faecalis* ve *C. albicans* Üzerindeki Etkinliklerinin Belirlenmesi

3.4.2.1. Agar Kuyucuk Difüzyon Testi

Çalışmada kullanılan bitki özütleri ve organik elma sirkesinin kök kanal enfeksiyonlarında rol oynayan mikroorganizmalardan *E. faecalis* ve *C. albicans*'a karşı antimikrobiyal etkinliklerinin değerlendirilmesi amacıyla agar kuyucuk difüzyon testi uygulandı. Bu amaçla *E. faecalis* için MHA besiyeri, *C. albicans* için ise PDA besiyeri kullanıldı. Her iki mikroorganizma için bir gecelik taze kültürler kullanıldı. *E. faecalis*'in BHI besiyerinde, *C. albicans*'ın ise MRS besiyerinde spektrofotometre (1100RS, Cole-Parmer, IL, USA) (Şekil 3.10b) yardımıyla McFarland 1.0 (3×10^8 CFU/mL) bulanıklığında sıvı dilüsyonları hazırlandı (Şekil 3.10a) ve besi ortamlarına eküvyon çubuğu ile yayma ekimleri yapıldı.



Şekil 3.10. a. Bulanıklıkları ayarlanmış mikroorganizma içeren sıvı besiyerleri, **b.** Spektrofotometre

Ekimleri tamamlanan besiyerleri üzerinde, steril cam boru yardımıyla 2 cm aralıklarda, 5 mm çapında kuyucuklar açıldı. Her bir kuyucuğa hazırlanan bitki ekstralarının 20 mg/mL stok çözeltilerinden 50 µL damlatıldı. *E. faecalis* ihtiva eden petriler 24 saat, *C. albicans* ihtiva eden petriler 48 saat 37 °C’de inkübe edildikten sonra inhibisyon zonları (mm) ölçüldü.

3.4.2.2. MİK ve Minimal Bakterisidal/Fungisidal Konsantrasyonların (MBK/MFK) Belirlenmesi

Antimikrobiyal etkinlik gösteren en az madde miktarının belirlenmesi için sıvı mikrodilüsyon testi uygulandı.

Beyaz çay, altın otu, limon ve Anzer kekiği özütlerinin 20 mg’ı 1 mL steril distile suyla çözülerek solüsyonlar hazırlandı (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. MİK değerlerini tespit etmek için hazırlanan taze solüsyonlar

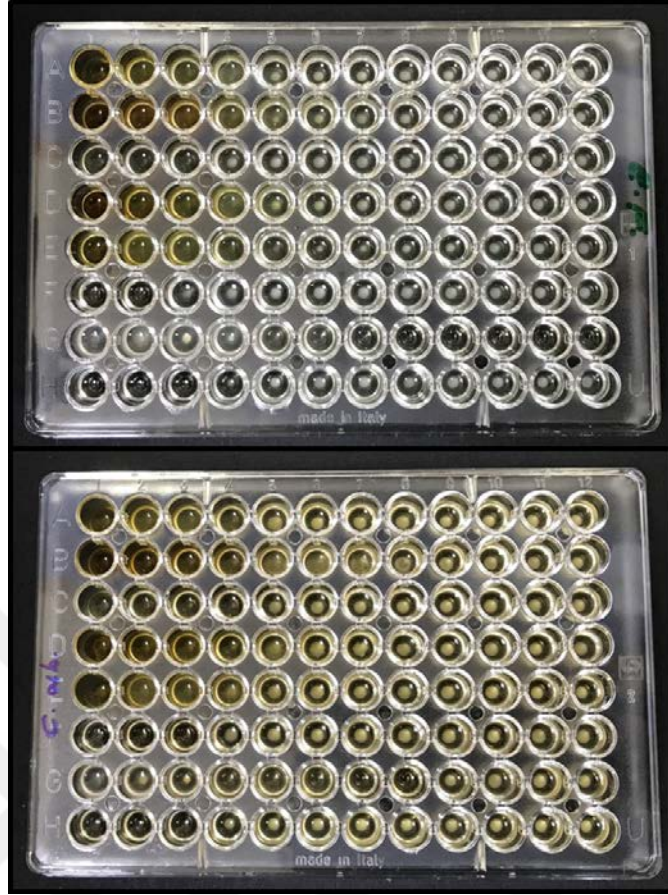
Taze besiyerlerinden elde edilen kültürler kullanılarak *E. faecalis* için BHI, *C. albicans* için ise MRS besiyerlerinde süspansiyonlar ayrı ayrı McFarland 1.0 bulanıklığa ayarlandı.

Eliza plakalarının her sütunu bir bitki için kullanılmak kaydıyla *E. faecalis* için 96'lık steril eliza plakasının her kuyucuğuna 100 µL BHI, *C. albicans* için MRS besiyeri yerleştirildi ve ilk kuyucuklara 100 µL test solüsyonları ilave edildi. Her sütunda en yüksek konsantrasyon olan ilk kuyucuktan 100 µL alınıp 2. kuyucuğa aktarım ve pipetasyon, 2. kuyucuktan 100 µL alınıp 3. kuyucuğa aktarım ve pipetasyon şeklinde her bitki grubu için son kuyucuğa kadar yukarıdan aşağıya olmak üzere çift katlı seri dilüsyonları yapıldı. En son kuyucuktaki işlemde sonra pipette kalan 100 µL sıvı uzaklaştırıldı. İlk ve son kuyucuklar kontrol için bırakıldı. Diğer tüm kuyucuklara 10 µL bakteri süspansiyonu ilave edildikten sonra 24-48 saat 37°C'de inkübasyon sağlandı.

Plakalardaki özütlerin konsantrasyonları aşağıdaki gibi seri 1/2 dilüsyonla elde edildi (her sütun için, yukarıdan aşağıya):

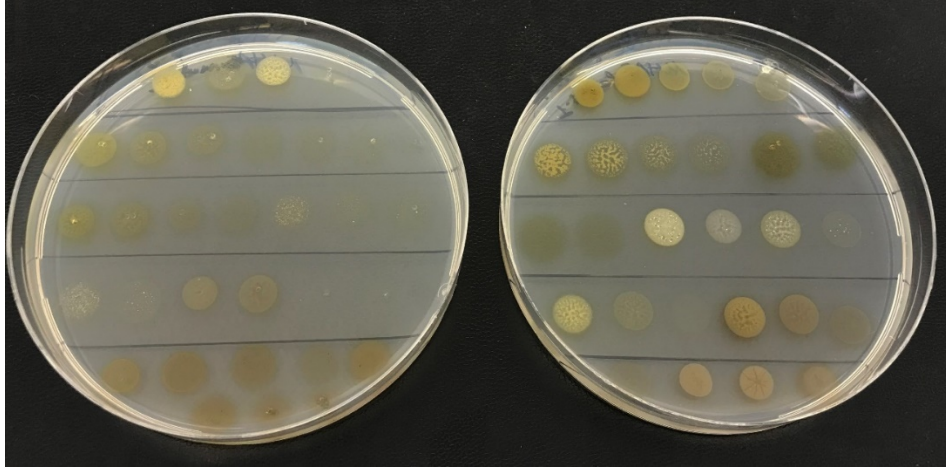
1. 1 mg/mL
2. 0.5 mg/mL
3. 0.25 mg/mL
4. 0.125 mg/mL
5. 0.0625 mg/mL
6. 0.0312 mg/mL
7. 0.0156 mg/mL
8. 0.0078 mg/mL

İnkübasyon sonrası kuyucuklarda gözle görülebilen, bulanıklığın olmadığı en düşük konsantrasyondaki madde miktarı MİK değeri olarak belirlendi (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. İnkübasyon sonrası MİK değerlerinin belirlendiği eliza plakaları

MBK/MFK tespit edilirken eliza plakalarında ttest edilen her solüsyon için üremenin görölmediği en düşük konsantrasyonun bir üst ve bir alt kuyucuğundan 50 µL örnekler alındı. *E. faecalis* için MHA besiyerine, *C. albicans* için PDA besiyerlerine ekim yapılarak, 37°C’ de 24 saat inkübasyona bırakıldı. Koloni oluşumunun tespit edilmediği en düşük konsantrasyon test solüsyonunun çalışılan mikroorganizma için MBK/MFK değeri olarak belirlendi (Şekil 3.13).



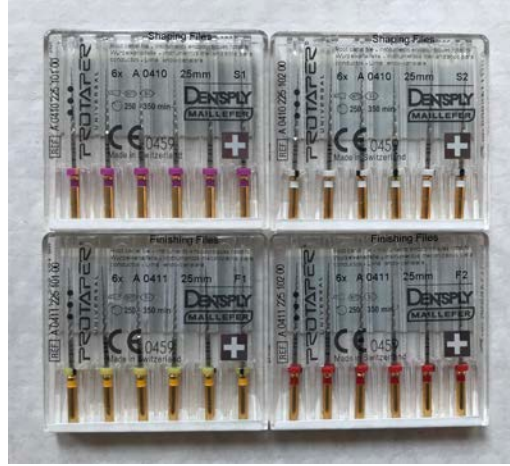
Şekil 3.13. Bitki özütleri ve elma sirkesinin MBK/MFK değerlerinin belirlendiği petriler

3.4.3. Dişlerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan diş köklerinin standardizasyonunu sağlamak amacıyla her bir kökün boyu 12 ± 0.5 mm olacak şekilde, su soğutması altında elmas separe (SH 393190, Sunshine Diamonds, Langenhagen, Almanya) yardımıyla dişlerin kron kısımları mine-sement sınırından itibaren uzaklaştırıldı.

Apikal sonlanmaya kadar 10 numaralı K tipi kanal eğesiyle (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ilerlenip kök kanal sistemi kontrol edildi. Kök kanal şekillendirmesi için üretici firmanın talimatları doğrultusunda elektrikli motorla Protaper Universal kanal eğeleri (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) 300 devir/dk hızda kullanıldı.

Şekillendirme esnasında crown-down tekniği uygulandı. İlk ege olarak koronal üçlüyü genişletmek amacıyla SX eğesi kullanıldı. Çalışma boyunca kadar sırasıyla S1, S2, F1 ve F2 eğeleriyle ilerlendi (Şekil 3.14). Tüm kanalların apikal genişlikleri #F2 olacak şekilde preparasyon tamamlandı. Preparasyon boyunca her ege arasında 1 mL distile su ile kök kanal irrigasyonu gerçekleştirildi.



Şekil 3.14. Kök kanal şekillendirmesinde kullanılan eğeler

Hazırlanan kökler antimikrobiyal etkinlik grubu (n:112) ile smear tabakası uzaklaştırma grubu (n:70) olmak üzere randomize olarak iki gruba ayrıldı. Antimikrobiyal etkinliğin incelendiği grupta kök kanallarının preparasyonu esnasında oluşan smear tabakası uzaklaştırıldı. Antimikrobiyal değerlendirme grubundaki dişlere kök kanal preparasyon işlemlerinden sonra smear tabakası 3 mL %17'lik EDTA (Imicryl Ltd., Konya, Türkiye) uygulaması ile uzaklaştırıldı.

Kök kanalı dışından oluşabilecek bakteriyel sızıntıyı önlemek amacıyla apikal foramenler akışkan kompozit rezinle (Estelite Flow Quick, Tokuyama Dental, Japonya), kök yüzeyleri ise iki kat tırnak cilasıyla kaplandı ve oda sıcaklığında cilanın kuruması için 24 saat süreyle muhafaza edildi. Tüm bu işlemlerin ardından köklerin sterilizasyonu 121°C'de 15 psi/1 atm basınç altında 30 dakikada gerçekleştirildi.

3.4.4. Kök kanallarının *E. faecalis*. ve *C. albicans* ile Enfekte Edilmesi

Saf kültürler kullanılarak BHI besiyeri ile hazırlanan *E. faecalis* süspansiyonu ve MRS besiyeri kullanılarak hazırlanan *C. albicans* süspansiyonu spektrofotometre yardımıyla McFarland 1.0 (3×10^8 CFU/mL) bulanıklığa ayarlandı. Her mikroorganizma için ayrı plakalar kullanılmak kaydıyla, hazırlanan kültür süspansiyonundan 50 µL doku kültürü plakalarına (24'lü) steril mikropipet kullanılarak aktarıldı. *E. faecalis* için her kuyucuğa 1 mL BHI besiyeri, *C. albicans* için ise 1 mL MRS besiyeri ilave edildi.

Kontaminasyona engel olmak amacıyla steril edilmiş kökler steril kabin içerisinde açıldı. Sterilizasyonu kontrol etmek amacıyla rastgele seçilen iki kökün kanal içerisinde steril paper pointlerle alınan örnekler, ayrı ayrı ependorf tüplere aktarıldı ve 1'er mL % 0.9'luk serum fizyolojik ilave edildikten sonra 30 sn. boyunca vortekslendi (Reax Top, Heidolph, Schwabach, Almanya) (Şekil 3.15).



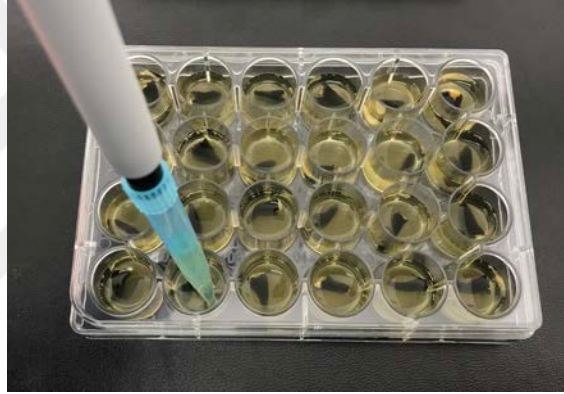
Şekil 3.15. Çalışmada kullanılan vorteks cihazı

Tüm test solüsyonları için seri dilüsyonlar yapılarak ekim yapıldı. Vortekslenen örnek içerisinde 100 µL solüsyon alınıp yayma ekim yapıldıktan sonra etüvde 24 saat boyunca 37 °C'de inkübasyona bırakıldı. Ekim yapılan agarlarda 24 saat sonra herhangi bir üreme görülmedi. Steril edilmiş kökler *E. faecalis* (n:56) ve *C. albicans* (n:56) için ayrı hazırlanan doku kültürü plakalarındaki kuyucuklara yerleştirildikten sonra 10 gün süreyle 37 °C'de inkübe edildi (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Dişlerin *E. faecalis* ve *C. albicans* ile enfekte edilmesi

Mikroorganizmaların çoğalmasının devam etmesi ve doygunluktan kaçınmak için iki günde bir mevcut besiyeri uzaklaştırılıp taze besiyeri eklendi (Şekil 3.17).



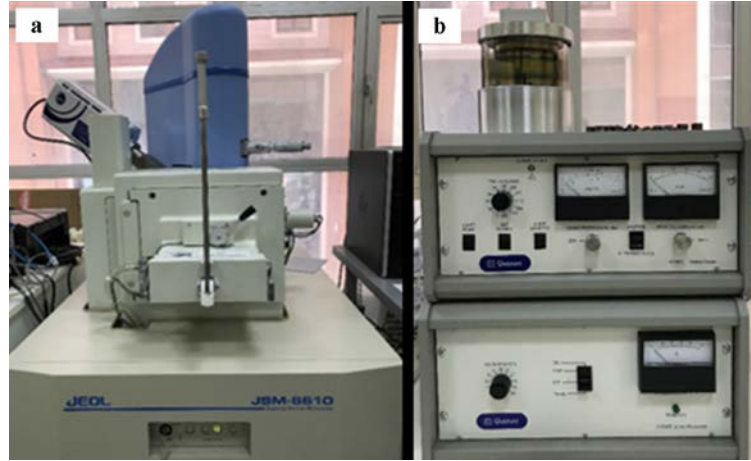
Şekil 3.17. Mevcut besiyerinin taze besiyeriyle değiştirilmesi

Çalışmada kullanılan kültürün her besiyeri değişiminde kontaminasyon kontrolü hem makroskobik hem de mikroskobik olarak takip edildi. Makroskobik takip, kültürde farklı renk, koku yada bulanıklıkta üremenin varlığı şeklinde değerlendirildi. Kontaminasyon şüphesi olan örneklerle gram boyama yapıldı ve X1000 büyümede test edilen mikroorganizma morfolojisi dışında herhangi bir bakteri veya maya hücre morfolojisi mevcudiyeti değerlendirildi (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Çalışmada kullanılan ışık mikroskobu

Ayrıca mikroorganizma kolonizasyonunu tespit etmek amacıyla iki gruptan da enfekte edilen dişler içerisinde rastgele seçilen 2 adet kök, likit nitrojen içerisinde bekletildikten sonra bir ağız spatülü yardımıyla uzun aksı boyunca vertikal olarak ikiye bölündü. Vakumlu ortamda ince altın tabakasıyla kaplanan örnekler (SC7620 “Mini”, Polaron Sputter Coater, Quorum Technologies, Newhaven, England) (Şekil 3.19a) SEM altında (JSM-6610; JEOL, Peabody, Massachusetts, USA) (Şekil 3.19b) incelendi.

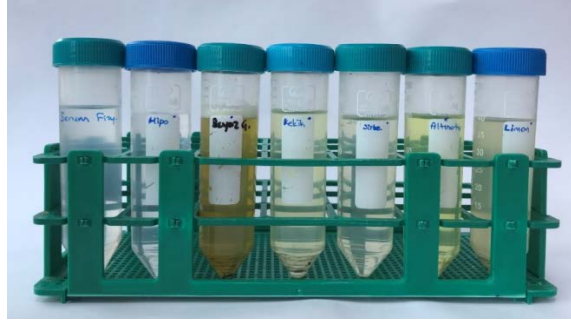


Şekil 3.19. a. SEM cihazı, **b.** Altın kaplama cihazı

3.4.5. Kök Kanallarının İrrigasyonu

MBK/MFK değerleri belirlenmiş olan NaOCl, beyaz çay, altın otu, organik elma sirkesi (Kemal Kükrer, Eskişehir, Türkiye), limon ve Anzer kekiği taze olarak hazırlandı (Şekil 3.20). *E. faecalis* ve *C. albicans* için oluşturulan deney gruplarına ait

irrigasyon protokolünde, her bir kök için toplamda 6 mL irrigasyon solüsyonu 2 dk. boyunca kök kanalına uygulandı ve solüsyonların kök kanalında 30 dk. beklemesi sağlandı.^{22, 141}



Şekil 3.20. Kök kanal irrigasyonunda kullanılacak taze hazırlanmış solüsyonlar

Bu sürenin sonunda kök kanallarına yerleştirilen steril #F2 paper point (Protaper Universal, Dentsply, Ballaigues, İsviçre) kanal içeriğini tamamen absorbe etmesi için 30 sn. boyunca kanal içinde bekletildi. Alınan örnek, içerisinde 1 mL steril serum fizyolojik bulunan ependorf tüpüne aktarıldı ve 2 dk. boyunca vortekslendi (Şekil 3.21).



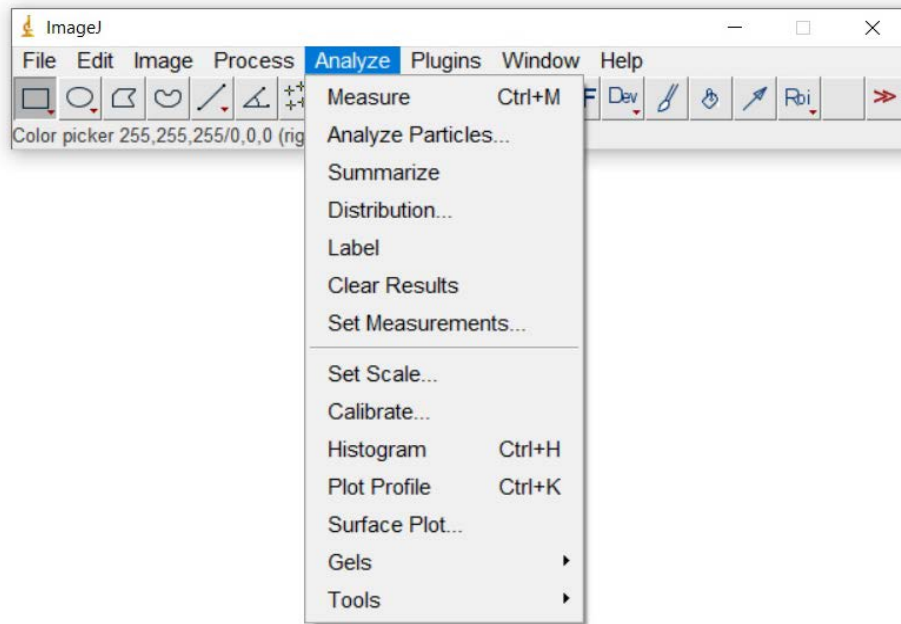
Şekil 3.21. Kök kanallarından alınan paper point örnekleri

Vortekslenen sıvıdan her grup için 1'er µL alınarak ışık mikroskobu altında incelendi. Steril bir mikropipet yardımıyla ependorf tüpünden 100 µL çekildi ve 0.9 mL serum fizyolojik içeren bir başka ependorf tüpüne transfer edildi. Her diş için bu seri dilüsyonlar ayrı ayrı uygulandı. Her solüsyon için belirlenen en son dilüsyona ulaşıldığında ependorf tüpünden 100 µL sıvı alınarak *E. faecalis* için MHA, *C. albicans* için ise PDA besiyerleri kullanılarak petrilere yüzeyel ekimleri yapıldı ve 37 °C'deki etüvde 24 saat boyunca inkübasyona bırakıldı (Şekil 3.22).

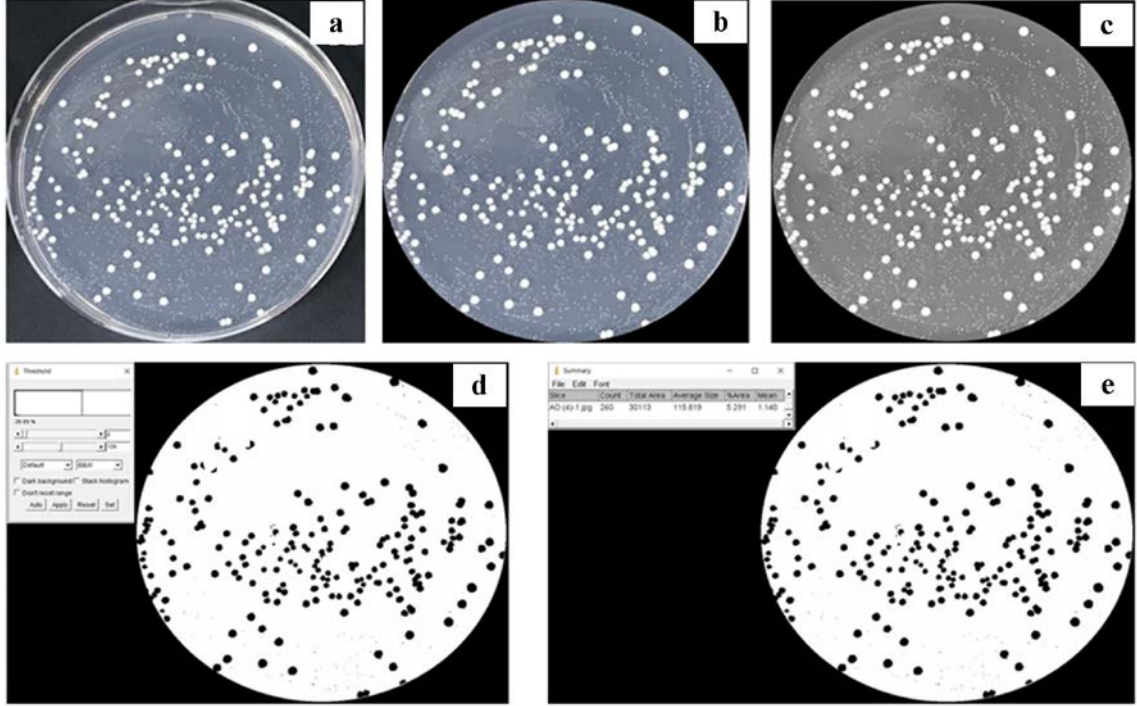


Şekil 3.22. İrrigasyon sonrası kök kanalından alınan örneklerin etüvde inkübasyonu

CFU sayımı; ImageJ 1.53 (Wayne Rasband, National Institutes of Health, ABD) (Şekil 3.23) görüntü analiz programı kullanılarak, petride üreyen mikroorganizma miktarının toplam petri yüzey alanına oranı hesaplandı (Şekil 3.24).



Şekil 3.23. ImageJ görüntü analiz programı



Şekil 3.24. ImageJ programıyla CFU sayımı. **a.** CFU sayımı yapılacak olan petrinin fotoğrafı, **b.** Petri dış sınırlarının belirlenmesi ve dışta kalan kısımların çıkarılması, **c.** Dijital fotoğrafın 8-bit formatına çevrilmesi, **d.** Threshold uygulaması sonrası arka planın beyaza, kolonilerin siyah renge dönüştürülmesi, **e.** Kolonilerin sayılması ve toplam alan içerisinde kapladığı alanın yüzde olarak skorlanması

3.5. İrrigasyon Solüsyonlarının Smear Tabakasını Uzaklaştırma

Etkinliklerinin İncelenmesi

3.5.1. Dişlerin Hazırlanması

Daha önceden kanalları genişletilen köklerin bukkal ve lingual/palatal yüzlerine uzun akslarına paralel olacak şekilde elmas separe yardımıyla iki adet oluk açıldı ve dişler (n:70) antimikrobiyal incelemede belirlenen 7 gruba (n:10) ayrıldı. Her bir grupta 5 örnek sadece test edilen irrigasyon solüsyonu ile irrigate edilirken, 5 örnek irrigasyon sonrası ayrıca EDTA ile irrigate edildi.

3.5.2. Kök Kanallarının İrrigasyonu

Smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinin değerlendirilmesi için test edilen solüsyonlarla yapılan irrigasyonda Teixeira ve ark.¹³⁷ tarafından yapılan çalışma referans alındı. Buna göre 3 mL ilgili test solüsyonu ile 3 dk. boyunca irrigate edildikten

sonra 3 mL distile su ile 1 dk. süreyle irrigasyon yapıldı. Sonrasında rastgele seçilen 5 örnek 3 mL %17'lik EDTA ile 3 dk., ardından 3 mL distile suyla 1 dk. irrigate edildi. İrrigasyon solüsyonlarının konsantrasyonları *E. faecalis* ve *C. albicans* için belirlenen MBK/MFK değerlerinden daha yüksek olan değerde hazırlandı.

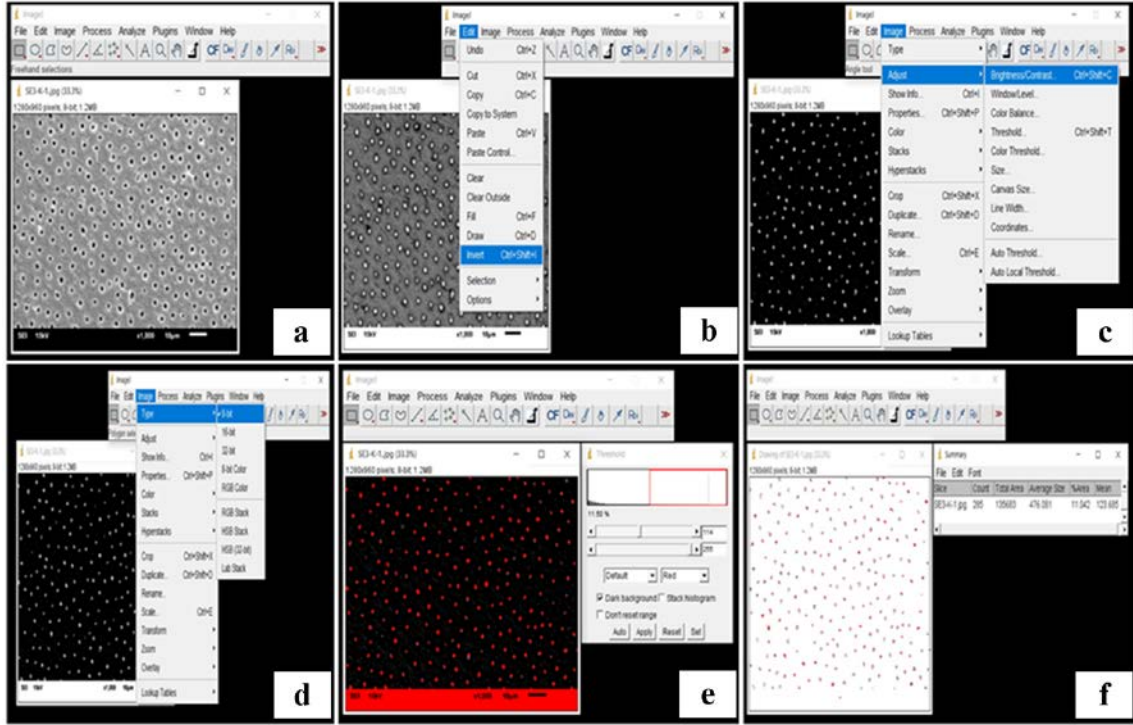
Test solüsyonlarıyla irrigasyon sonrası kök kanalları 30 sn. süreyle 1 mL %70 etanol ile yıkandı ve kanallar steril paper pointlerle kurutuldu. Tüm örnekler likit nitrojen içerisinde bekletilip, bir ağız spatülü yardımıyla kuvvet uygulanarak kök uzun aksı boyunca ikiye ayrıldı. İkiye ayrılan kök örnekleri bir gün süreyle oda sıcaklığında kurumaya bırakıldı. Kök örnekleri vakumlu ortamda altın tabakayla kaplandı ve SEM ile incelendi.

3.5.3. SEM Görüntülerinin Elde Edilmesi

Kök örnekleri vakumlu ortamda altın tabakayla kaplandı. İncelenen alanı standardize etmek için her örnekte Gordusys ve ark.¹⁴² tarafından uygulanan teknik kullanıldı. SEM'in merkezi ışını X10 büyütme sağlanarak incelenen alanın merkezine yönlendirildi. Kökün koronal, orta ve apikal üçlü bölgesindeki smear tabakası X1000 büyütmede incelendi.

3.5.4. SEM Görüntülerinin Değerlendirilmesi

Elde edilen dijital görüntülerin incelenmesinde ImageJ 1.53 görüntü analiz programı kullanıldı ve açık dentin tübüllerinin toplam yüzey alanının, görüntünün yüzey alanına oranı tespit edildi (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. SEM görüntülerinin ImageJ programıyla incelenmesi, **a.** Kök kanal dentin yüzeyine ait SEM görüntüsü, **b.** Dentin tübüllerinin “invert” sekmesi kullanılarak ön plana çıkarılması, **c.** Kontrastın artırılması, **d.** Dijital fotoğrafın 8 bite dönüştürülmesi, **e.** Yüzey alanının doğru hesaplanabilmesi için “Threshold” işleminin uygulanması, **f.** Açık dentin tübüllerinin toplam yüzey alanının, görüntünün yüzey alanına oranının hesaplanması

3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel analizinde IBM SPSS Statistics Versiyon 26 (SPSS Inc., Chicago, USA) programı kullanıldı.

Mikrobiyolojik testlerin değerlendirilmesi aşamasında, verilerin normal dağılıma uygunluğunu tespit etmek için Shapiro-Wilk testi uygulandı. Verilerin normal dağılıma uymadığı belirlendi ve gruplar arasındaki farklılığı tespit etmek için Kruskal-Wallis testi ve Bonferroni düzeltmesi uygulandı.

Smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinin incelenmesi aşamasında; serum fizyolojik, NaOCl, beyaz çay, altın otu, elma sirkesi, limon, Anzer kekiği ve NaOCl-EDTA gruplarının normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testiyle değerlendirildi. Koronal ve orta üçlü bölgelerinin normal dağılıma uyduğu ($p>0.05$), apikal üçlü bölgesinin uymadığı görüldü ($p<0.05$). Koronal ve orta üçlü bölgeleri için tek yönlü

varyans analizi (ANOVA) uygulandı. Levene testi ile grup varyanslarının homojenliği değerlendirildi. Buna göre koronal ve orta üçlü bölgelerinde grupların homojen olduğu tespit edildi ($p>0.05$). İkili karşılaştırmalarda ise Post-Hoc Tukey testi kullanıldı. Apikal üçlü bölgesinde ise Kruskal-Wallis testi ve Bonferroni düzeltmesi uygulandı.

Serum fizyolojik-EDTA, NaOCI-EDTA, beyaz çay-EDTA, altın otu-EDTA, elma sirkesi-EDTA, limon-EDTA ve Anzer kekiği-EDTA gruplarında Shapiro-Wilk testine göre koronal ve orta üçlü bölgelerinde gruplara ait verilerin normal dağılıma uyduğu ($p>0.05$), apikal üçlü bölgesinde ise verilerin normal dağılıma uymadığı tespit edildi ($p<0.05$). Normal dağılım gösteren gruplarda tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulandı. İkili karşılaştırmalarda ise Bonferroni testi kullanıldı. Normal dağılıma uymayan gruplarda ise Kruskal-Wallis testi uygulandı.

Bölgelere göre karşılaştırmalarda serum fizyolojik, NaOCI, beyaz çay, altın otu, elma sirkesi, limon ve Anzer kekiği gruplarının normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testiyle değerlendirildi. Normal dağılım göstermeyen gruplar için bölgeler arası karşılaştırmalarda Friedman testi, normal dağılan gruplarda ise ANOVA ve Tukey testi uygulandı. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Bu çalışmada; beyaz çay, altın otu, elma sirkesi, limon ve Anzer kekiği *E. faecalis* ve *C. albicans*'a karşı gösterdikleri antimikrobiyal etkinlikleri ve smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri incelendi. Çalışmaya ait bulgular; antimikrobiyal etkinlik ve smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği başlıkları altında sunuldu.

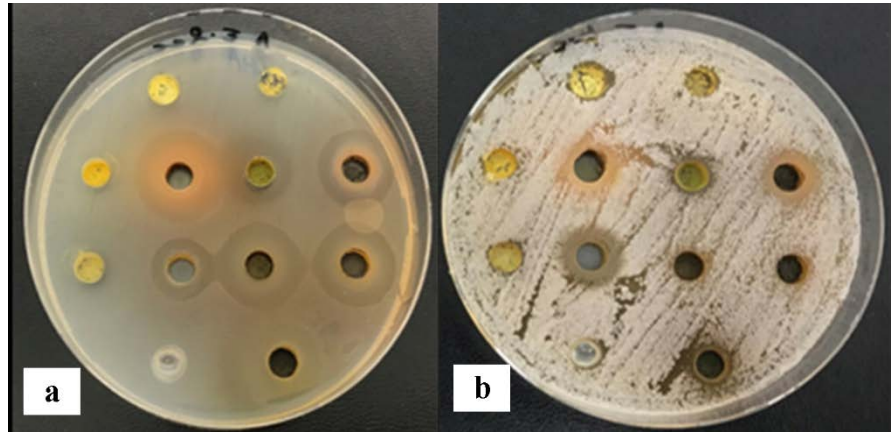
4.1. Antimikrobiyal Etkinliğin İncelenmesi

4.1.1. İnhibisyon Zon Çaplarının Ölçülmesi

İrrigasyon solüsyonlarının *E. faecalis* ve *C. albicans* ile enfekte edilmiş petrilerdeki kuyucuklara ekiminin ardından inkübasyon süresi sonunda petrilerde oluşan inhibisyon zon çapları ölçüldü (Şekil 4.1). Ölçülen zon çapları değerleri Tablo 4.1'de verildi.

Tablo 4.1. Test edilen irrigasyon solüsyonlarının (50 µL) agar kuyucuk difüzyon yöntemine göre antimikrobiyal aktivitesi (inhibisyon zon çapları/mm)

	<i>E. faecalis</i>	<i>C. albicans</i>
Beyaz Çay	18	10
Altın Otu	15	-
Elma Sirkesi	16	14
Limon	12	-
Anzer Kekiği	12	10



Şekil 4.1. Bitki özütlerinin agar kuyucuk difüzyon testindeki antimikrobiyal etkinlikleri.
a. *E. faecalis*, b. *C. albicans*

Agar kuyucuk difüzyon yöntemi kullanılarak yapılan antimikrobiyal analize göre; beyaz çay, elma sirkesi ve Anzer kekiğinin her iki mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal etkisi gözlemlenirken, altın otu ve limonun *E. faecalis*'e karşı antibakteriyel etkinliği olduğu görüldü.

4.1.2. Test Solüsyonlarının MİK ve MBK/MFK Değerlerinin Tespit Edilmesi

Test solüsyonlarına ait MİK ve MBK/MFK değerleri Tablo 4.2'de gösterildi.

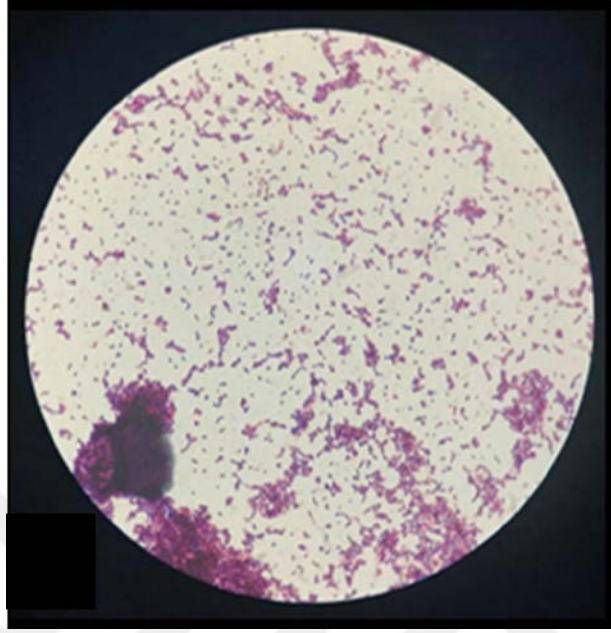
Tablo 4.2. Test solüsyonlarının MİK ve MBK/MFK değerleri

Test Solüsyonu	<i>E. faecalis</i>		<i>C. albicans</i>	
	MİK	MBK	MİK	MFK
NaOCI	%2.5	%2.5	%2.5	%2.5
Beyaz Çay	0.125 mg/mL	0.250 mg/mL	0.125 mg/mL	0.250 mg/mL
Altın Otu	0.125 mg/mL	0.125 mg/mL	0.250 mg/mL	0.250 mg/mL
Elma Sirkesi	%25	%50	%25	%50
Limon	0.250 mg/mL	0.250 mg/mL	0.125 mg/mL	0.250 mg/mL
Anzer Kekiği	0.125 mg/mL	0.125 mg/mL	0.125 mg/mL	0.125 mg/mL

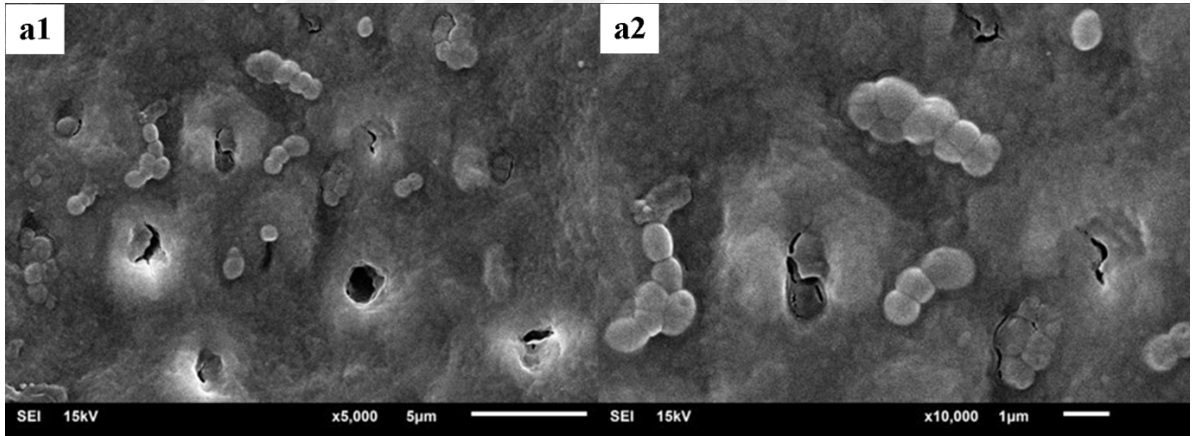
4.1.3. İrrigasyon Solüsyonlarının *E. faecalis*'e Karşı Gösterdikleri Antibakteriyel Etkinlik

E. faecalis'in MHA besiyerinde S tipi krem-beyaz renkte 0.2-0.3 mm çaplı koloniler oluşturduğu gözlemlendi. *E. faecalis*'e ait kolonilerin ışık mikroskobu ve SEM görüntüleri Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te gösterildi. *E. faecalis* ile enfekte edilen kök kanallarında NaOCI ($p<0.001$), altın otu ($p=0.006$) ve limonun ($p=0.001$) serum fizyolojige göre daha yüksek antibakteriyel etkinlik gösterdiği görüldü. NaOCI ile limon ve altın otu arasında istatistiksel olarak fark bulunmadı ($p>0.05$). Serum fizyolojik ile beyaz çay, elma sirkesi ve Anzer kekiği arasında antibakteriyel etkinlik açısından anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0.05$). Tablo 4.3'te ortalama değer, ortanca değer (Medyan), standart sapma, en yüksek değer (Maksimum) ve en düşük değer

(Minimum) gösterildi. Tablo 4.4’de ikili karşılaştırma sonuçlarına ait p değerleri sunuldu.



Şekil 4.2. Kök kanallarındaki *E. faecalis* kolonizasyonunun ışık mikroskobu görüntüsü



Şekil 4.3. Kök kanallarındaki *E. faecalis* kolonizasyonunun SEM görüntüleri. **a1.** X5000 büyütme, **a2.** X10000 büyütme

Tablo 4.3. Çalışmada kullanılan irrigasyon solüsyonlarının *E. faecalis*'e karşı gösterdiği antibakteriyel etkinlik değerleri

	Ort.± Ss	Med (Min.-Maks.)
Serum Fizyolojik	11.14±0.91 ^a	10.8 (8.32-15.23)
NaOCl	0±0 ^b	0 (0-0.01)
Beyaz Çay	0.68±0.12 ^{a,c}	0.69 (0.11-1.27)
Altın Otu	0.50±0.05 ^{b,c}	0.51 (0.30-0.72)
Elma Sirkesi	0.73±0.08 ^{a,c}	0.77 (0.39-1.05)
Limon	0.44±0.05 ^{b,c}	0.46 (0.18-0.69)
Anzer Kekliği	0.92±0.13 ^{a,c}	0.84 (0.49-1.82)
p değeri	p<0.001	

* Kruskal Wallis testi uygulandı (p<0.05)

**Ort±Ss: Ortalama±Standart sapma, Med (Min-Maks): Medyan (Minimum-Maksimum)

***Aynı sütunda benzer üst simgeyle gösterilen irrigasyon solüsyonları arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05).

Tablo 4.4. Çalışmada kullanılan irrigasyon solüsyonlarının *E. faecalis*'e karşı gösterdiği antibakteriyel etkinliğin ikili karşılaştırma sonuçları (p değerleri)

	NaOCl	Beyaz Çay	Altın Otu	Elma Sirkesi	Limon	Anzer Kekliği
Serum Fizyolojik	<0.001	0.110	0.006	0.330	0.001	1.000
NaOCl		0.041	0.518	0.011	1.000	0.001
Beyaz Çay			1.000	1.000	1.000	1.000
Altın Otu				1.000	1.000	1.000
Elma Sirkesi					1.000	1.000
Limon						0.550

*Bonferroni düzeltmesi sonrası elde edilen p değerleri.

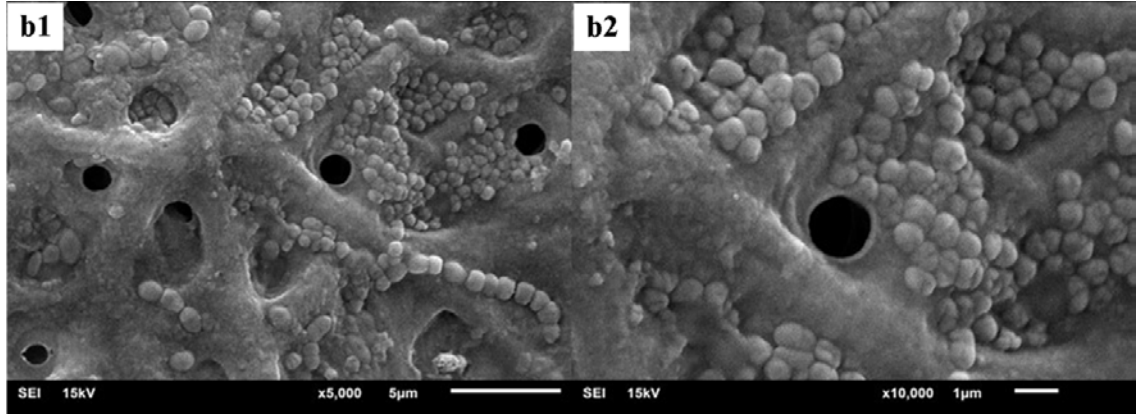
**Anlamlı farklılık gösteren p değerleri koyu renk ile gösterildi.

4.1.4. İrrigasyon Solüsyonlarının *C. albicans*'a Karşı Gösterdikleri Antifungal Etkinlik

C. albicans'ın PDA besiyerinde beyaz-kremrengi, kabarık, pürüzsüz ve düzgün kenarlı 0.3-0.5 mm çaplı mukoid koloniler oluşturduğu gözlemlendi. *C. albicans*'a ait kolonilerin ışık mikroskobu ve SEM görüntüleri Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'de gösterildi. *C. albicans* ile enfekte edilen kök kanallarında NaOCI ve elma sirkesi gruplarında diğer gruplara göre daha yüksek antifungal etkinlik tespit edildi ($p<0.05$). NaOCI grubu ile elma sirkesi grupları arasında istatistiksel olarak fark bulunmadı ($p>0.05$). Serum fizyolojik grubuyla altın otu, limon, Anzer kekiği ve beyaz çay grupları arasında antifungal etkinlik olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p>0.05$). Tablo 4.5'te ortalama değer, medyan, standart sapma, minimum ve maksimum değer gösterildi. Tablo 4.6'da ikili karşılaştırma sonuçlarına ait p değerleri sunuldu.



Şekil 4.4. Kök kanallarındaki *C. albicans* kolonizasyonunun ışık mikroskobu görüntüsü



Şekil 4.5. Kök kanallarındaki *C. albicans* kolonizasyonunun SEM görüntüleri. **b1.** X5000 büyütme, **b2.** X10000 büyütme

Tablo 4.5. Çalışmada kullanılan irrigasyon solüsyonlarının *C. albicans*'a karşı gösterdiği antifungal etkinlik değerleri

	Ort.±Ss	Med (Min.-Maks.)
Serum Fizyolojik	12.57±1.88 ^a	10.53 (5.38-21.11)
NaOCl	0±0 ^b	0 (0-0.01)
Beyaz Çay	1.14±0.15 ^{a,c}	1.23 (0.54-1.79)
Altın Otu	1.09±0.19 ^{a,c}	1.00 (0.29-1.83)
Elma Sirkesi	0.17±0.04 ^{b,c}	0.16 (0.02-0.44)
Limon	0.80±0.13 ^{a,c}	0.89 (0.15-1.22)
Anzer Kekliği	0.79±0.13 ^{a,c}	0.72 (0.38-1.31)
p değeri	p<0.001	

* Kruskal Wallis testi uygulandı (p<0.05)

**Ort±Ss: Ortalama±Standart sapma, Med (Min-Maks): Medyan (Minimum-Maksimum)

***Aynı sütunda benzer üst simgeyle gösterilen irrigasyon solüsyonları arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05).

Tablo 4.6. Çalışmada kullanılan irrigasyon solüsyonlarının *C. albicans*'a karşı gösterdiği antifungal etkinliğin ikili karşılaştırma sonuçları (p değerleri)

	NaOCl	Beyaz Çay	Altın Otu	Elma Sirkesi	Limon	Anzer Kekliği
Serum Fizyolojik	<u><0.001</u>	1.000	0.594	<u><0.001</u>	0.100	0.071
NaOCl		<u>0.002</u>	<u>0.005</u>	1.000	<u>0.045</u>	<u>0.065</u>
Beyaz Çay			1.000	<u>0.100</u>	1.000	1.000
Altın Otu				0.192	1.000	1.000
Elma Sirkesi					1.000	1.000
Limon						1.000

*Bonferroni düzeltmesi sonrası elde edilen p değerleri.

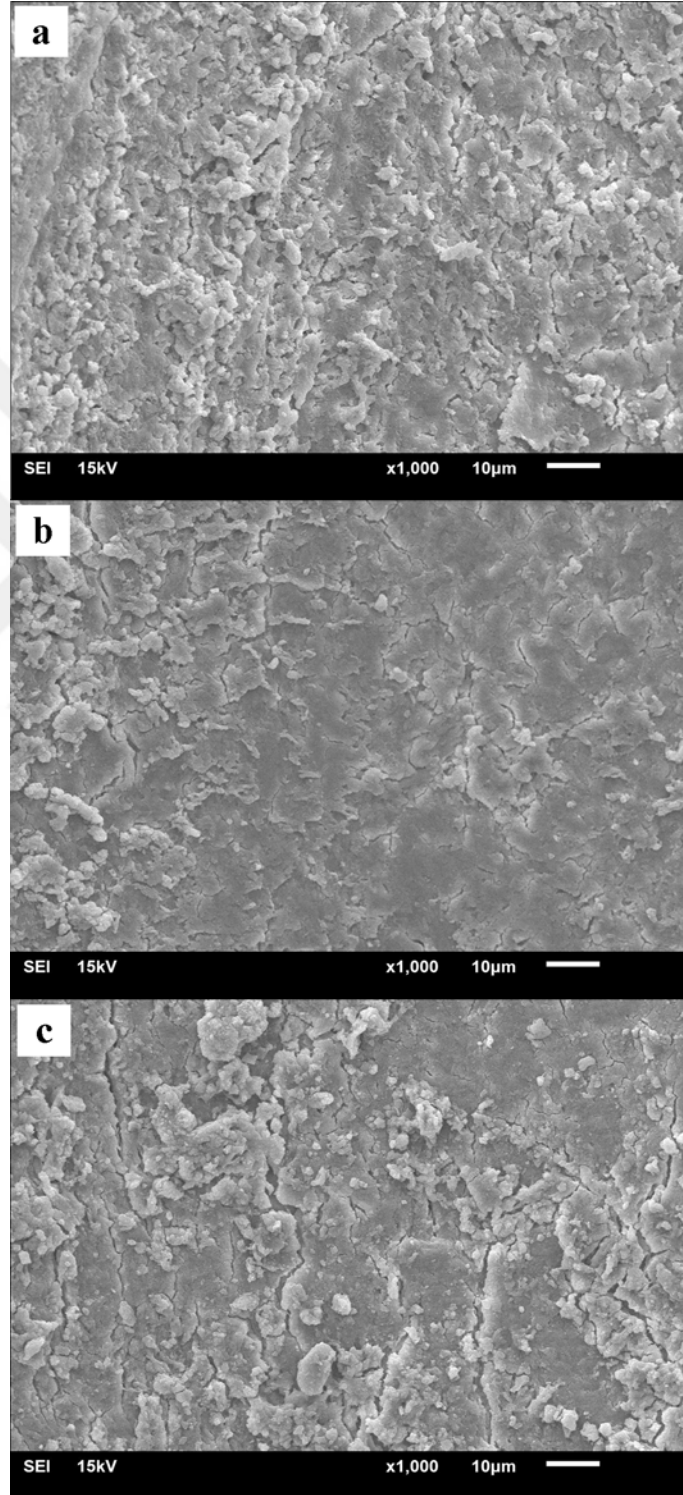
**Anlamlı farklılık gösteren p değerleri koyu renk ile gösterildi.

4.2. Smear Tabakasını Uzaklaştırma Etkinliklerinin İncelenmesi

Mevcut çalışmada kök kanallarının apikal, orta ve koronal bölgelerinde smear tabakasının uzaklaştırılması amacıyla kullanılan solüsyonların etkinliği SEM ve ImageJ ile incelendi.

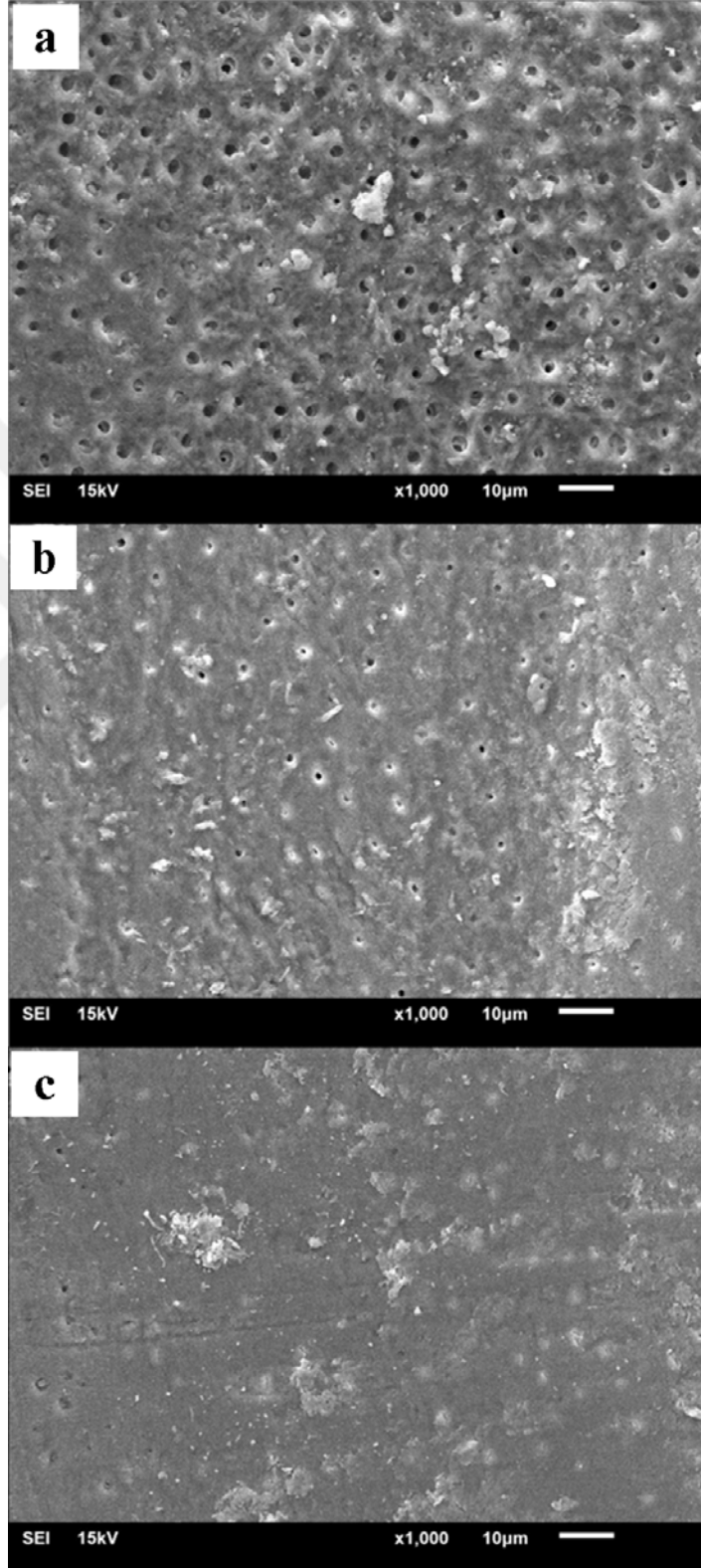
4.2.1. SEM Görüntüleri

Serum Fizyolojik Grubu: Serum fizyolojik grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.6’da gösterildi.



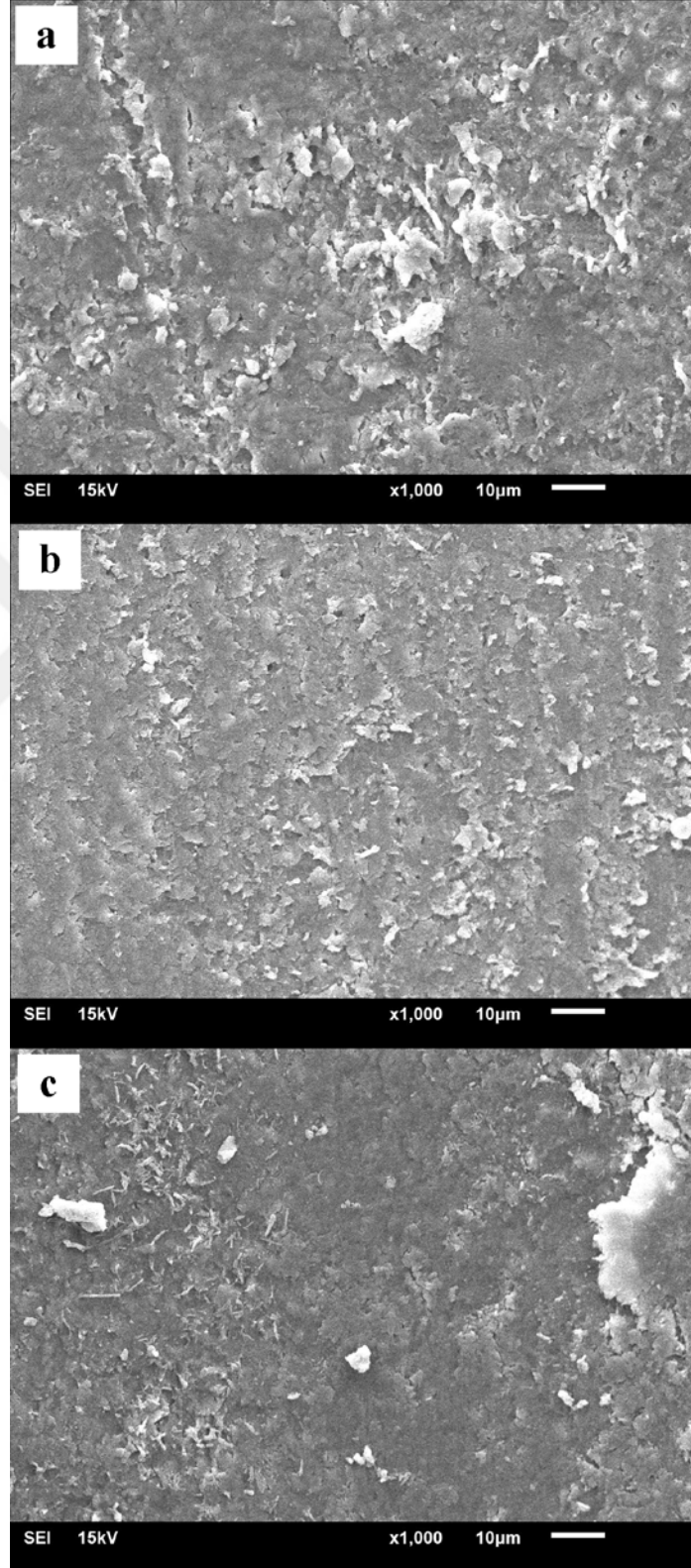
Şekil 4.6. Serum fizyolojik uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

Serum Fizyolojik-EDTA Grubu: Serum fizyolojik-EDTA grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.7’de gösterildi.



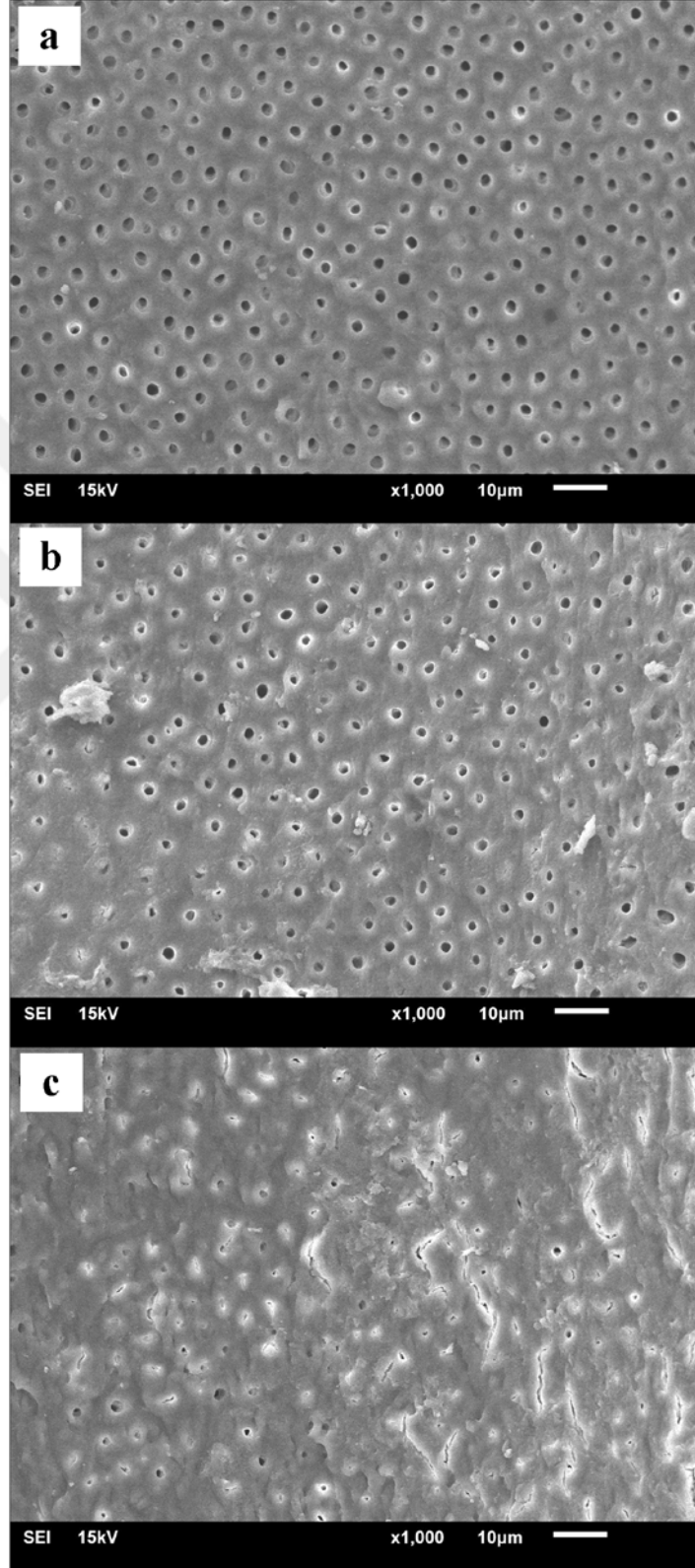
Şekil 4.7. Serum fizyolojik-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

NaOCI Grubu: NaOCI grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.8’de gösterildi.



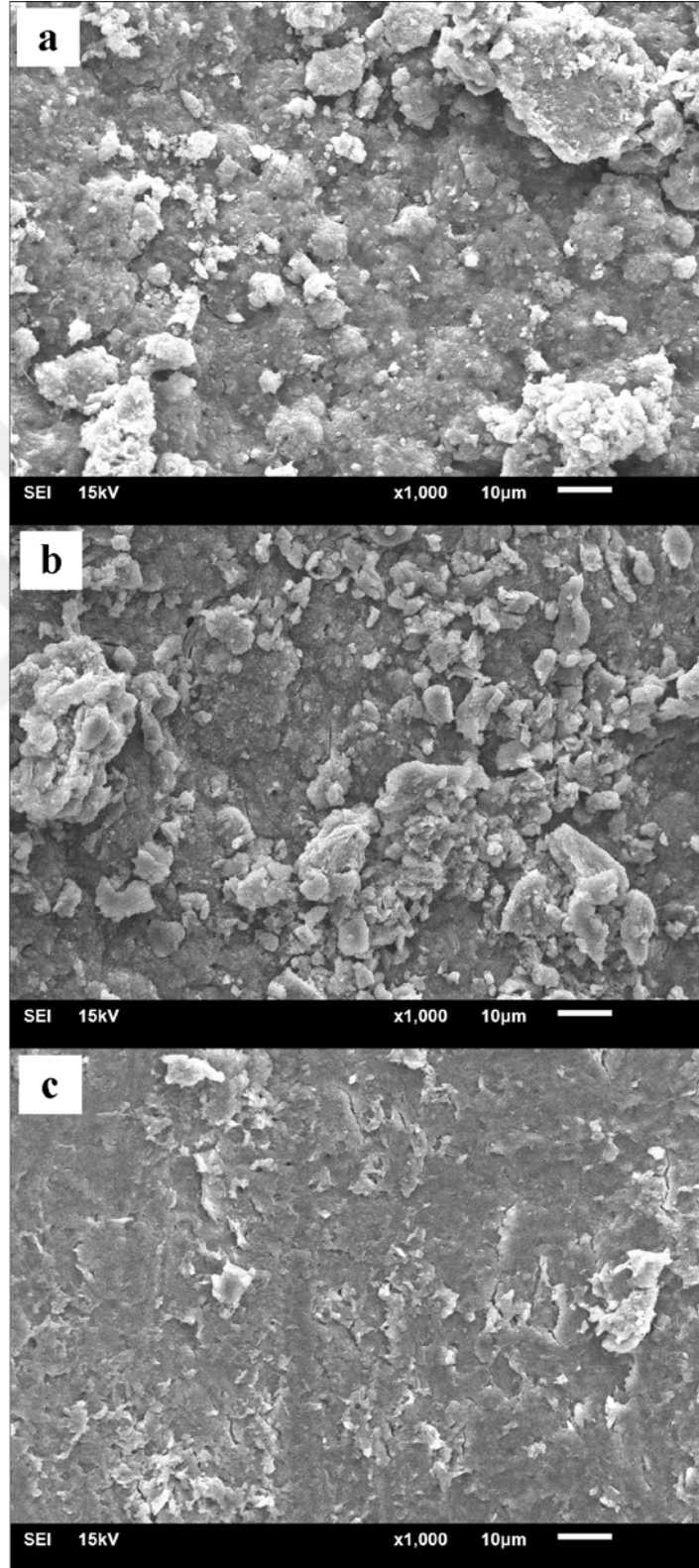
Şekil 4.8. NaOCI uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

NaOCI-EDTA Grubu: NaOCI-EDTA grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.9’da gösterildi.



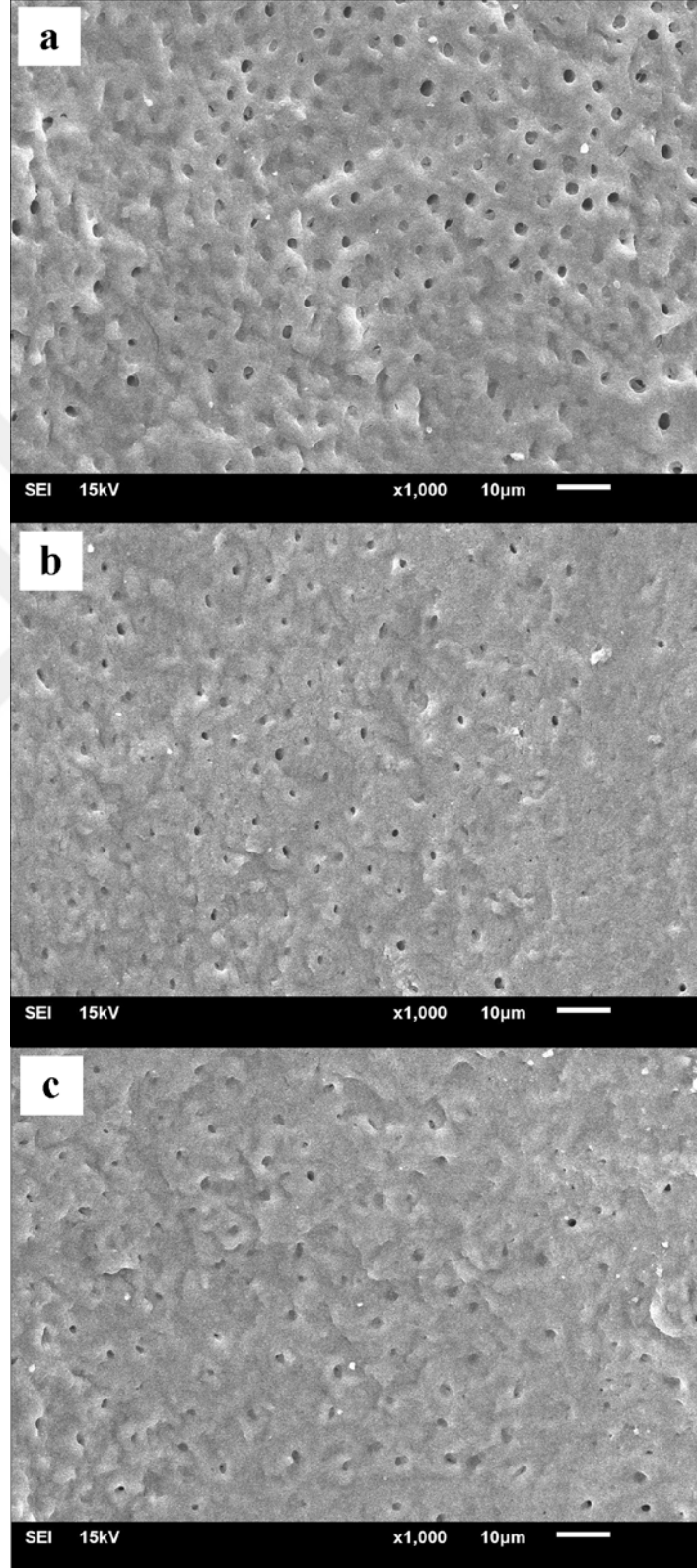
Şekil 4.9. NaOCI-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

Beyaz Çay Grubu: Beyaz çay grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.10'da gösterildi.



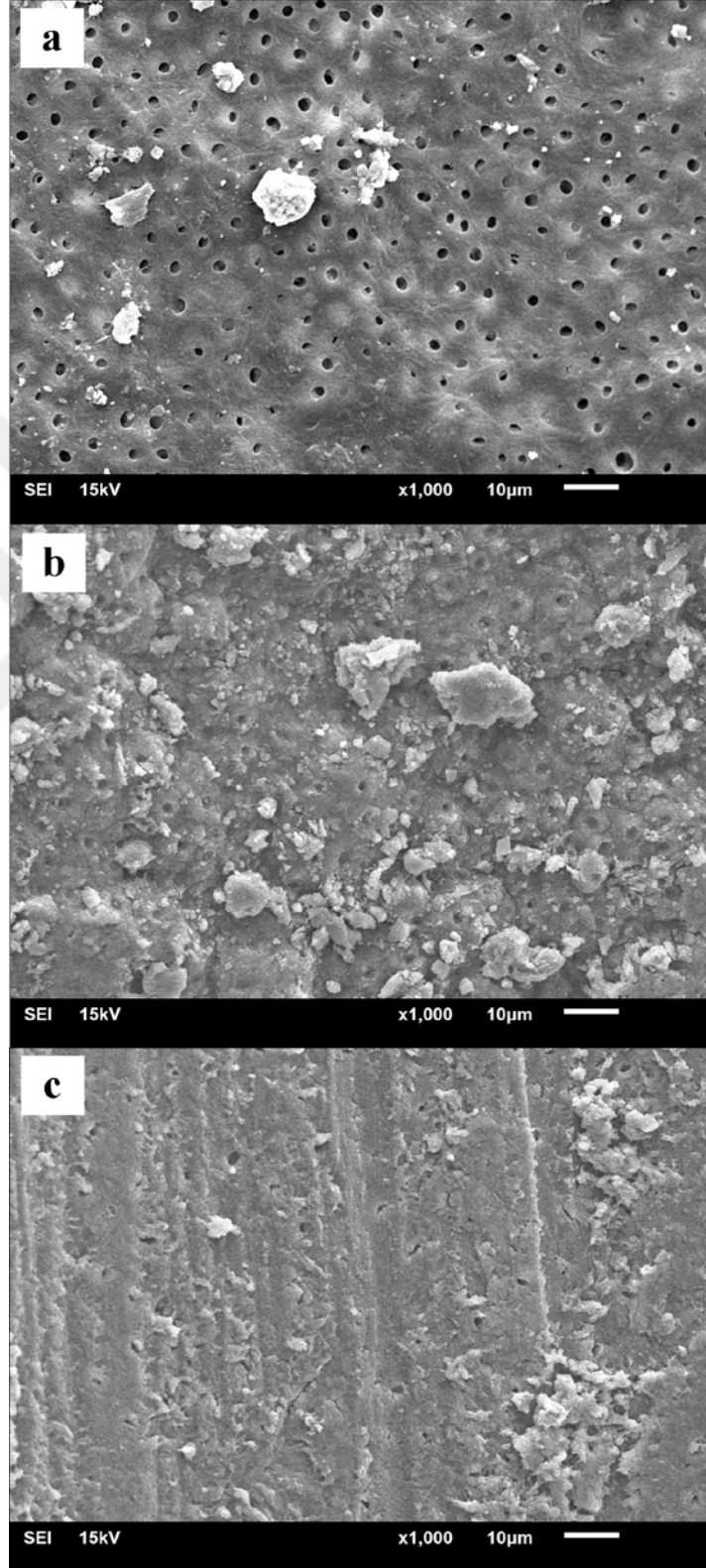
Şekil 4.10. Beyaz çay uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

Beyaz Çay-EDTA Grubu: Beyaz çay-EDTA grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.11’de gösterildi.



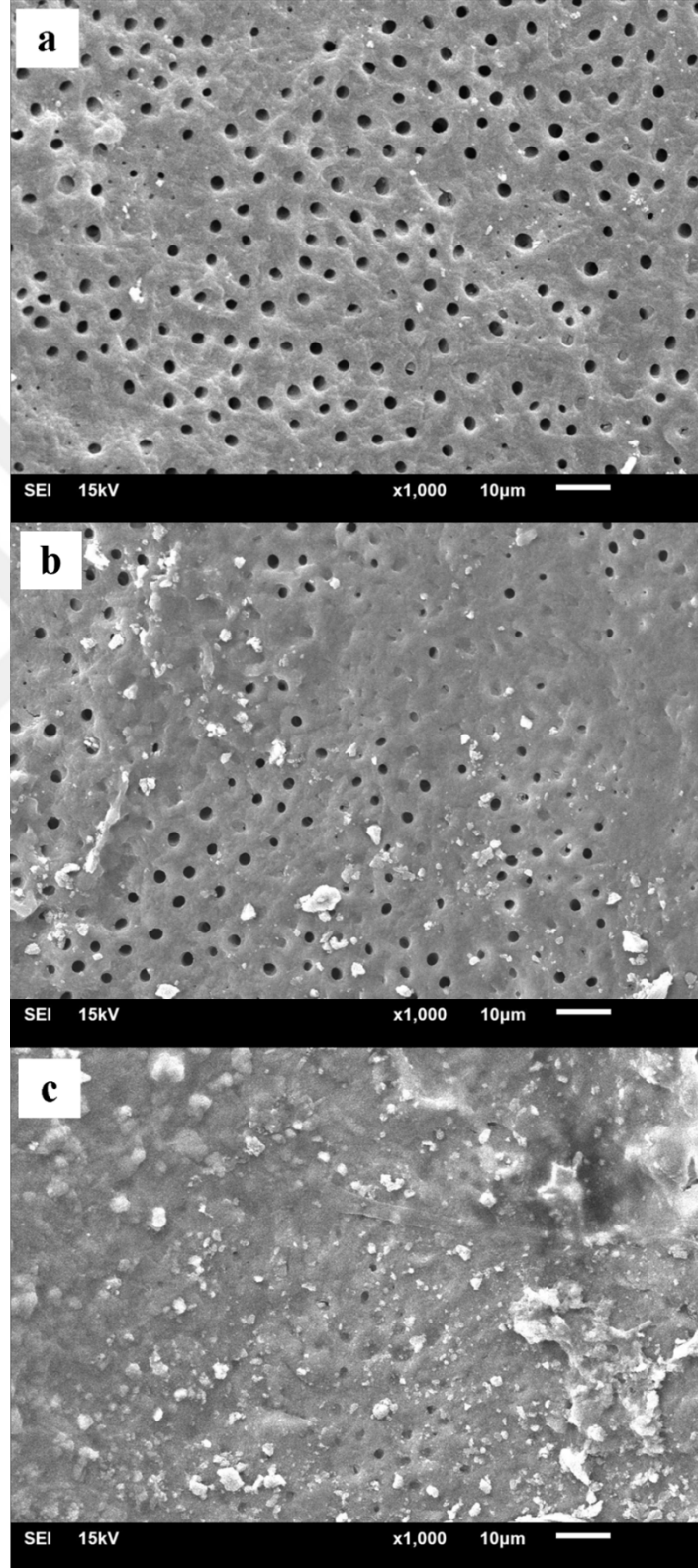
Şekil 4.11. Beyaz çay-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

Altın Otu Grubu: Altın otu grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.12’de gösterildi.



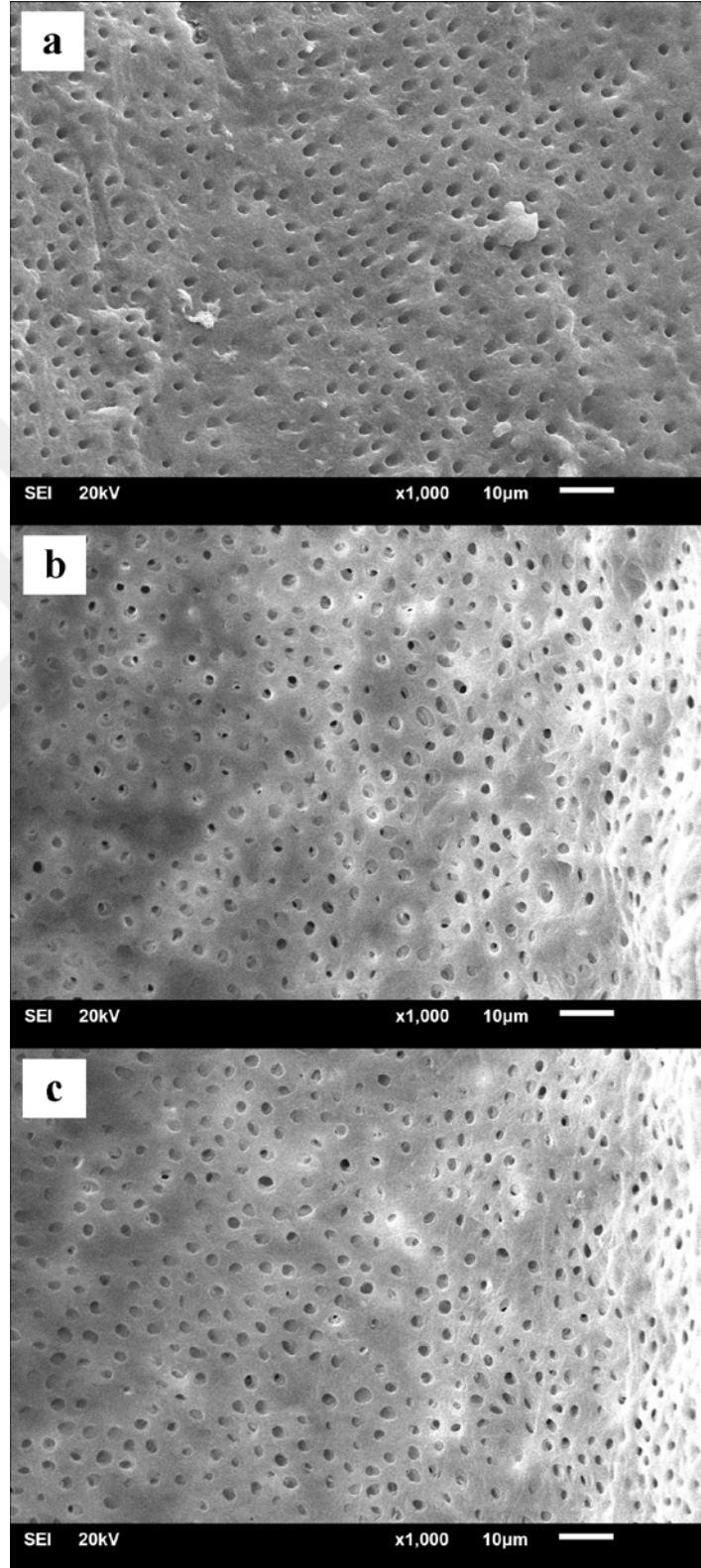
Şekil 4.12. Altın otu uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

Altın Otu-EDTA Grubu: Altın otu-EDTA grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.13'te gösterildi.



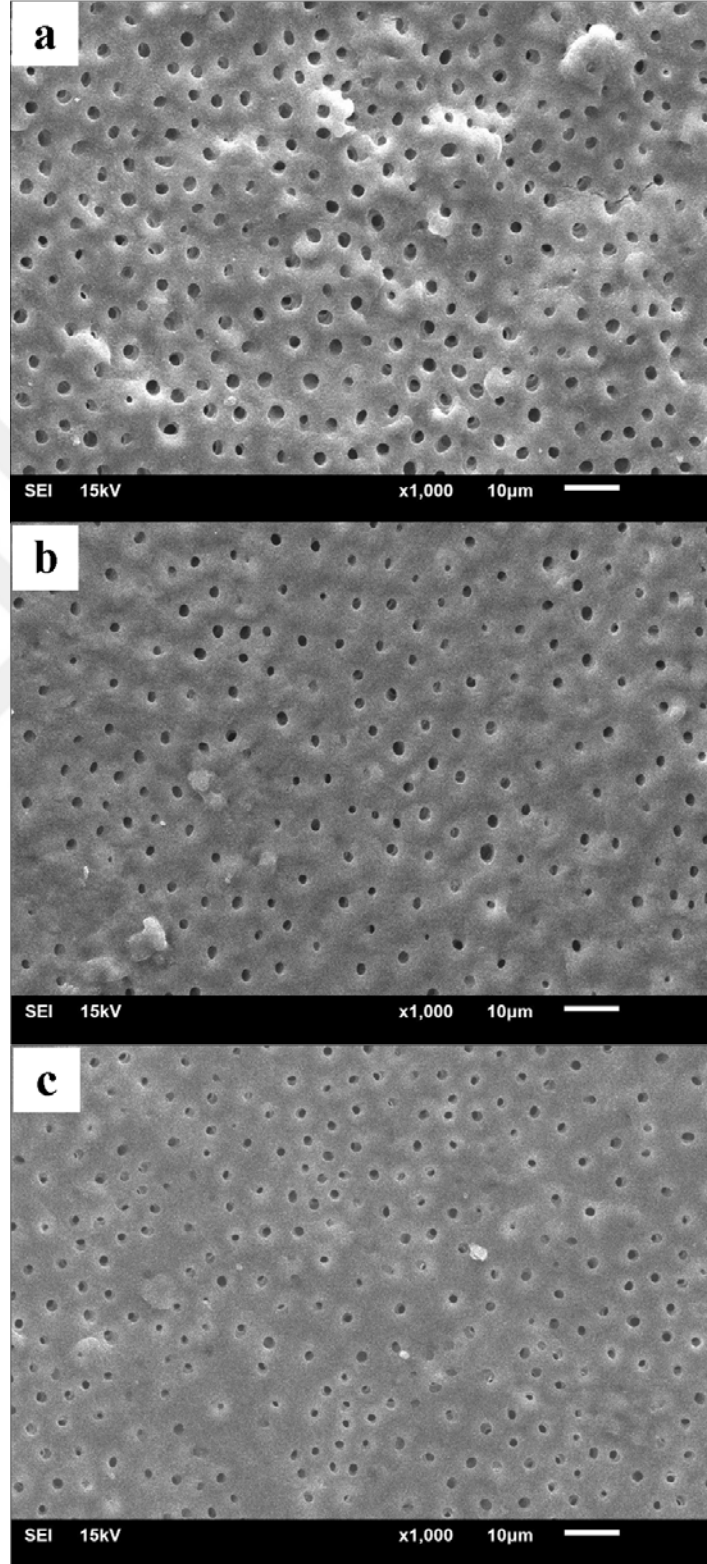
Şekil 4.13. Altın otu-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

Elma Sirkesi Grubu: Elma sirkesi grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.14’te gösterildi.



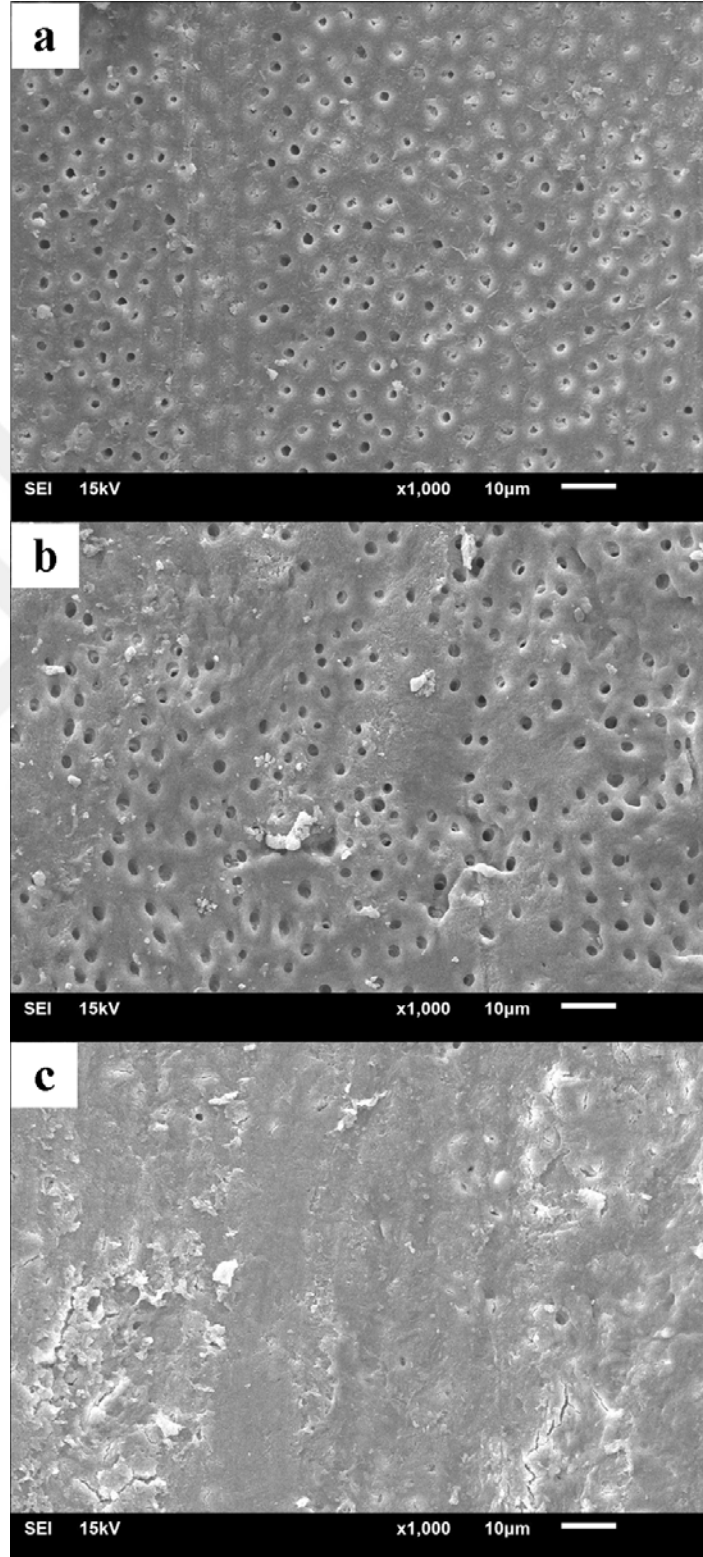
Şekil 4.14. Elma sirkesi uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

Elma Sirkesi-EDTA Grubu: Elma sirkesi-EDTA grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.15’de gösterildi.



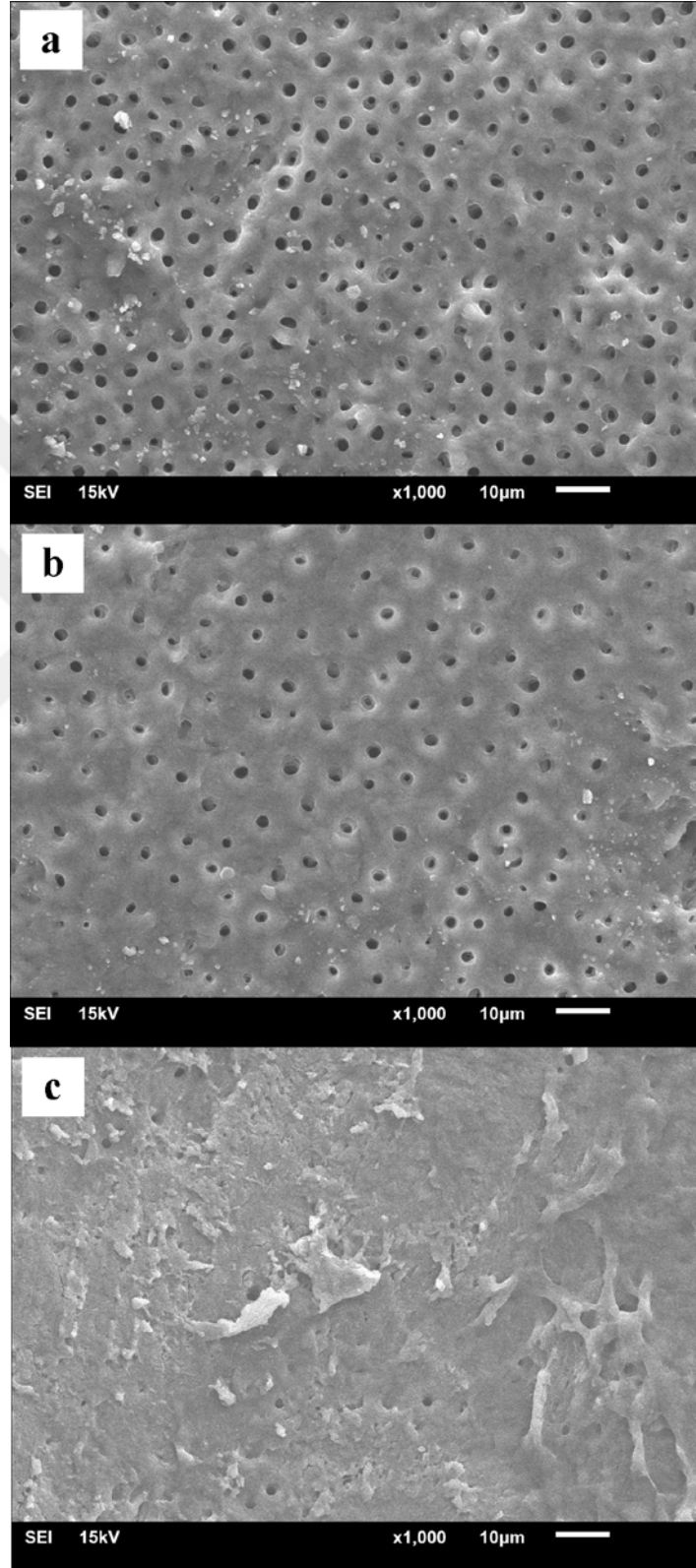
Şekil 4.45. Elma sirkesi-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

Limon Grubu: Limon grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.16’da gösterildi.



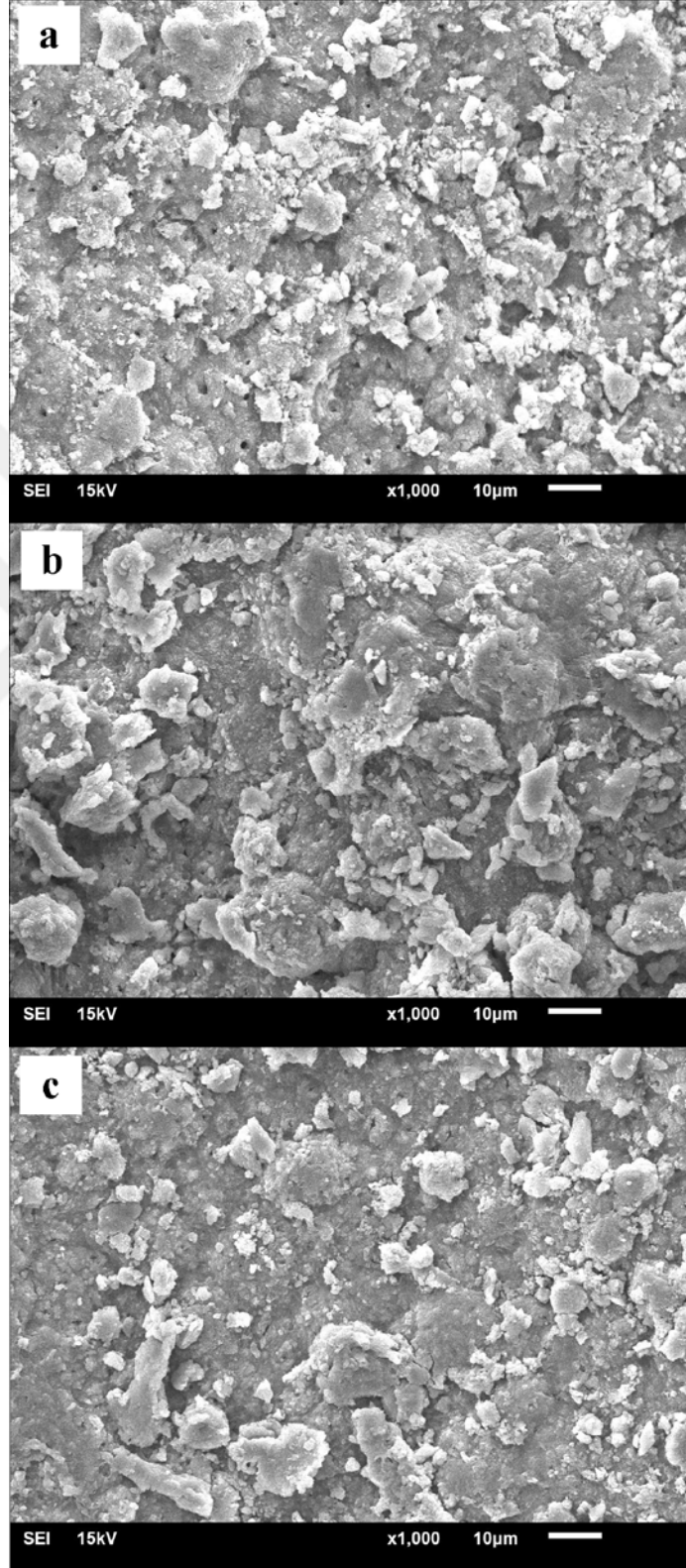
Şekil 4.56. Limon uygulanan uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

Limon-EDTA Grubu: Limon-EDTA grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.17’de gösterildi.



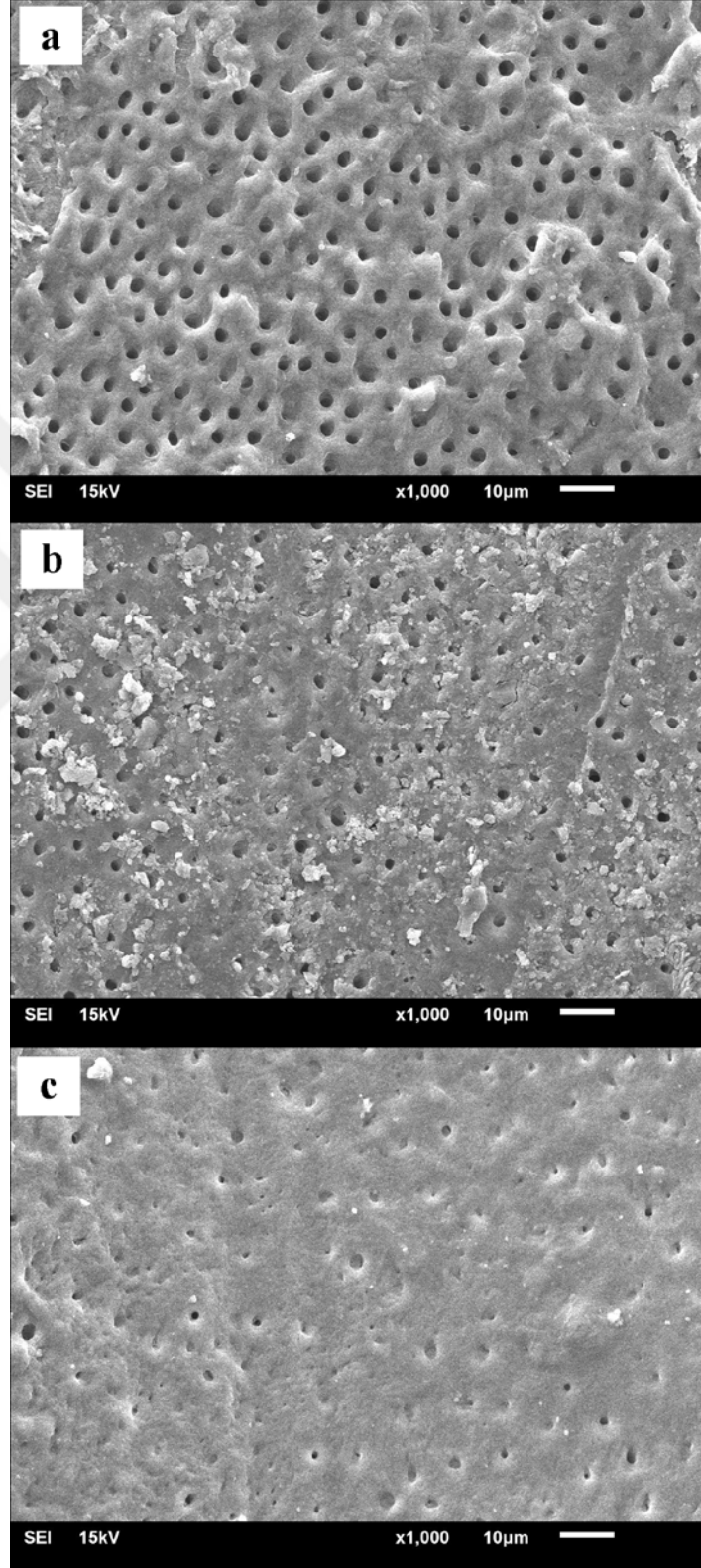
Şekil 4.17. Limon-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

Anzer Kekiği Grubu: Anzer kekiği grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.18’de gösterildi.



Şekil 4.18. Anzer kekiği uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

Anzer Kekiği-EDTA Grubu: Anzer kekiği-EDTA grubuna ait koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden elde edilen SEM görüntüleri Şekil 4.19’da gösterildi.



Şekil 4.19. Anzer kekiği-EDTA uygulanan kök kanal dentininin X1000 büyütmedeki SEM görüntüleri. **a.** Koronal üçlü, **b.** Orta üçlü, **c.** Apikal üçlü

4.2.2. İrrigasyon Solüsyonlarının Smear Tabakasını Uzaklaştırma Etkinlikleri

Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerine ait verilerin gruplara göre dağılımı Tablo 4.7’de gösterildi.

Serum fizyolojik, NaOCI, beyaz çay, altın otu, elma sirkesi, limon, Anzer kekiği ve NaOCI-EDTA grupları arasında koronal ve orta üçlü bölgesinde smear tabakası uzaklaştırma etkinliği en düşük ajan NaOCI olarak tespit edilirken, en yüksek etkinlik NaOCI-EDTA grubunda gözlemlendi. Apikal üçlü bölgesinde ise en düşük etkinlik NaOCI grubunda, en yüksek etkinlik ise elma sirkesi grubunda tespit edildi. Tüm test gruplarında koronalden apikale doğru smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinde azalma görüldü.

Koronal üçlü bölgesinde elma sirkesi ($p=0.023$) ve NaOCI-EDTA ($p=0.001$) grupları ile serum fizyolojik grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. Benzer şekilde elma sirkesi ($p=0.019$) ve NaOCI-EDTA ($p=0.001$) grupları ile NaOCI grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi. Beyaz çay ($p=0.009$) ve Anzer kekiği gruplarının ($p=0.003$) istatistiksel olarak anlamlı şekilde NaOCI-EDTA grubuna göre daha az smear tabakası uzaklaştırdığı tespit edildi. Limon ve altın otu grupları NaOCI ve serum fizyolojik gruplarına göre daha yüksek değerlere sahip olmalarına rağmen aralarındaki fark anlamlı bulunmadı ($p>0.05$). Limon, altın otu ve elma sirkesi gruplarının NaOCI-EDTA grubuna benzer bulgular gösterdiği gözlemlendi ($p>0.05$).

Orta üçlü bölgesinde serum fizyolojik ($p=0.049$) ve NaOCI ($p=0.036$) grupları ile limon grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi. Benzer şekilde NaOCI-EDTA grubu ile serum fizyolojik ($p=0.003$) ve NaOCI ($p=0.004$) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi. Beyaz çay ($p=0.045$) ve Anzer kekiği gruplarının ($p=0.032$) istatistiksel olarak anlamlı şekilde NaOCI-EDTA grubuna göre

daha az smear uzaklaştırdığı tespit edildi. Elma sirkesi ve altın otu grupları NaOCI ve serum fizyolojik gruplarına göre daha yüksek değerlere sahip olmalarına rağmen aralarındaki fark anlamlı bulunmadı ($p>0.05$). Limon, altın otu ve elma sirkesi gruplarının NaOCI-EDTA grubuna benzer bulgular gösterdiği gözlemlendi ($p>0.05$).

Apikal üçlü bölgesinde NaOCI grubu ile Anzer kekiği ($p=0.022$) ve elma sirkesi ($p=0.018$) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Diğer gruplar arasında anlamlı fark gözlenmedi ($p>0.05$).

Bölgelere göre karşılaştırmalarda NaOCI grubunda koronal-orta ($p=0.005$), orta-apikal ($p=0.005$) ve koronal-apikal ($p=0.001$) üçlü arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi. Altın otu grubunun koronal-orta ve orta-apikal üçlü bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($p>0.05$), koronal-apikal üçlü bölgeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü ($p=0.011$). Limon grubunda koronal-orta üçlü bölgeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmezken ($p>0.05$), orta-apikal ($p=0.033$) ve koronal-apikal üçlü ($p=0.002$) bölgeleri arasındaki karşılaştırmada gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. NaOCI-EDTA grubunda koronal-orta ve orta-apikal üçlü bölgelerinde gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken ($p>0.05$), koronal-apikal üçlü bölgeleri arasındaki karşılaştırmada gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p=0.004$). Serum fizyolojik, beyaz çay, elma sirkesi ve Anzer kekiği gruplarında ise koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri arasında smear tabakası uzaklaştırma etkinliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p>0.05$).

Serum fizyolojik-EDTA, NaOCI-EDTA, beyaz çay-EDTA, altın otu-EDTA, elma sirkesi-EDTA, limon-EDTA ve Anzer kekiği-EDTA grupları arasında koronal üçlü bölgesinde smear tabakası uzaklaştırma etkinliği en düşük grup beyaz çay-EDTA grubu olarak tespit edilirken, en yüksek etkinlik altın otu-EDTA grubunda gözlemlendi.

Orta üçlü bölgesinde en düşük etkinlik beyaz çay-EDTA grubunda, en yüksek etkinlik ise NaOCI-EDTA grubunda tespit edildi. Apikal üçlü bölgesinde ise en düşük etkinlik NaOCI-EDTA grubunda gözlenirken, en yüksek etkinlik elma sirkesi-EDTA grubunda tespit edildi. Tüm test gruplarında korondan apikale doğru smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinde azalma görüldü.

Serum fizyolojik-EDTA, NaOCI-EDTA, beyaz çay-EDTA, altın otu-EDTA, elma sirkesi-EDTA, limon-EDTA ve Anzer kekiği-EDTA gruplarında koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$).

Bölgelere göre karşılaştırmalarda serum fizyolojik-EDTA grubunda koronal-orta ve orta-apikal üçlü bölgeleri için gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değilken ($p>0.05$), koronal-apikal üçlü bölgeleri arasında anlamlı fark görüldü ($p=0.034$). NaOCI-EDTA grubunda koronal-orta ve orta-apikal üçlü bölgelerinde gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken ($p>0.05$), koronal-apikal üçlü bölgeleri arasındaki karşılaştırmada gruplar arasında anlamlı fark bulundu ($p=0.004$). Altın otu-EDTA grubu içerisinde koronal-orta üçlü bölgelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ($p>0.05$). Orta-apikal ($p=0.015$) ve koronal-apikal üçlü ($p=0.020$) bölgeleri arasındaki karşılaştırmada gruplar arasındaki fark anlamlı bulundu. Beyaz çay-EDTA, elma sirkesi-EDTA, limon-EDTA ve Anzer kekiği-EDTA gruplarında ise koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri arasında smear tabakası uzaklaştırma etkinliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p>0.05$).

Tablo 4.7. Verilerin gruplara ve bölgelere göre dağılımı

GRUPLAR	Koronal	Orta	Apikal
Serum Fizyolojik	0.12±0.01/0.11 (0.07-0.17) ^a	0.09±0.01/0.09 (0.09-0.10) ^a	0.07±0.01/0.07 (0.07-0.10)
NaOCI	0.07±0.01/0.07 (0.07-0.09) ^{a,A}	0.04±0.01/0.04 (0.04-0.06) ^{a,B}	0.01±0.01/0.01 (0.01-0.02) ^{a,C}
Beyaz Çay	0.64±0.15/0.56 (0.20-1.03) ^{a,b}	0.41±0.07/0.43 (0.25-0.63) ^{a,b}	0.33±0.12/0.26 (0.14-0.81)
Altın Otu	1.23±0.61/0.33 (0.19-3.05) ^{a,c,A}	0.71±0.31/0.28 (0.17-1.67)	0.64±0.30/0.17 (0.12-1.49) ^B
Elma Sirkesi	2.10±0.60/2.18 (0.34-3.72) ^{b,c,A}	1.02±0.41/0.50 (0.22-2.30)	0.78±0.36/0.26 (0.21-2.04) ^b
Limon	1.39±0.12/1.56 (1.02-1.61) ^A	1.22±0.26/0.85 (0.70-1.98) ^{b,c,A}	0.30±0.06/0.26 (0.15-0.49) ^B
Anzer Kekiği	0.40±0.09/0.30 (0.23-0.70) ^{a,b}	0.36±0.03/0.36 (0.28-0.48) ^{a,b}	0.33±0.03/0.29 (0.25-0.46) ^b
NaOCI+EDTA	2.84±0.66/2.16 (1.23-4.65) ^c	1.55±0.36/1.59 (0.60-2.52) ^c	0.27±0.08/0.31 (0.01-0.52)
p değeri	p<0.001	p=0.001	p=0.003
Serum Fizyolojik+EDTA	1.48±1.30/1.04 (0.34-3.69) ^A	1.16±0.80/1.47 (0.26-1.91)	0.31±0.44/0.12 (0.07-1.11) ^B
NaOCI+EDTA	2.84±1.49/2.16 (1.23-4.65) ^A	1.55±0.82/1.59 (0.60-2.52)	0.27±0.19/0.31 (0.01-0.52) ^B
Beyaz Çay+EDTA	1.45±0.75/1.59 (0.39-2.16)	0.73±0.45/0.65 (0.40-1.50)	0.30±0.16/0.28 (0.09-0.50)
Altın Otu+EDTA	3.23±1.30/3.67 (1.52-4.81) ^A	1.35±0.40/1.37 (0.85-1.76) ^A	0.38±0.18/0.30 (0.20-0.59) ^B
Elma Sirkesi+EDTA	2.66±0.83/2.87 (1.22-3.31)	1.32±0.61/1.22 (0.50-2.05)	1.05±0.58/0.73 (0.50-1.77)
Limon+EDTA	2.02±1.20/1.85 (0.53-3.36)	1.28±0.75/1.69 (0.44-1.99)	0.34±0.09/0.37 (0.23-0.45)
Anzer Kekiği+EDTA	2.02±1.26/2.16 (0.69-3.38)	0.80±0.44/0.69 (0.47-1.56)	0.32±0.17/0.28 (0.08-0.55)
p değeri	p=0.448	p=0.081	p=0.061

*: Ortalama±Standart sapma/Ortanca (Minimum-Maksimum)

**: Koronal ve orta üçlü bölgelerin değerlendirilmesinde ANOVA ve Tukey testi, apikal üçlü bölgesinde Kruskal Wallis ve Bonferroni düzeltmesi uygulandı.

Aynı sütunda farklı küçük üst simgelerle gösterilen gruplar arasında ve aynı satırda büyük üst simgelerle gösterilen bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (p<0.05).

5. TARTIŞMA

Kemomekanik preparasyon, kök kanal tedavisinin en önemli aşamalarından birisidir. Başarılı endodontik tedavi için kök kanalları içerisindeki organik ve inorganik artıkların etkin bir şekilde uzaklaştırılması gerekir. Preparasyon sırasında oluşan smear tabakası kök kanal tedavisinin başarısını olumsuz yönde etkilemektedir.¹²⁶

Kök kanal tedavisinde smear tabakasını uzaklaştırmak ve kök kanal dezenfeksiyonunu sağlamak amacıyla geleneksel olarak kullanılan antimikrobiyal irrigasyon solüsyonları kimyasal içeriklidir. Kullanılan kimyasal içerikli irrigasyon solüsyonlarının nötrofil migrasyonuna engel olması, epitelyal hücreler ve makrofajlar için toksik etkilerinin bulunması, daimi diş folikülüne, periferel dokulara ve ağız mukozasına zarar vermesi, alerjik reaksiyonlara neden olması gibi pek çok dezavantajları bildirilmiştir.^{4, 54}

Bütün bu dezavantajları göz önüne alındığında antimikrobiyal özellikleri bulunan ve olumsuz etkileri düşük olan bitkisel içerikli irrigasyon solüsyonlarının, geleneksel kemoterapötik irrigasyon solüsyonlarına alternatif olabilecekleri gündeme gelmiştir.¹⁴³

Mevcut çalışmada; elma sirkesi, Anzer kekiği, altın otu, beyaz çay ve limonun süt dişi kök kanal enfeksiyonlarından sıklıkla izole edilen *E. faecalis* ve *C. albicans*'a karşı gösterdikleri antimikrobiyal etkinlik incelendi. Ayrıca bu ajanların irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldıklarında smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri değerlendirildi.

Yapılan *in vitro* KKT çalışmalarında genellikle çekilmiş insan dişleri kullanılırken¹⁴⁴⁻¹⁴⁶, daha az sıklıkta sığır dişlerinin kullanıldığı da bildirilmiştir.¹⁴⁷ Mevcut çalışmada yeni çekilmiş alt ve üst süt azı dişleri kullanıldı. KKT çalışmalarında genellikle tek köklü dişler kullanılmıştır.^{80, 148-151} Fakat rutin klinik işlemlerde daha çok süt azı dişlerine KKT uygulandığı için bu çalışmada süt azı dişleri tercih edildi.¹⁵² Süt

azı diş kökleri çok fazla anatomik varyasyon gösterdiği için standardizasyonu sağlamak amacıyla toplanan dişlerin daha az yan kanal görülen ve daha geniş kanal çapları bulunan distal ve palatinal kökleri kullanıldı.^{153, 154}

Süt dişlerinde döner sistem NiTi aletlerin doku artıklarını ve debrisı hızlı şekilde uzaklaştırdıkları, esnek yapıları sebebiyle kök kanal sistemine daha kolay giriş sağladığı ve kanal patlarının kök kanal duvarlarına daha iyi nüfuz etmesini sağlayacak genişlikte ve koniklikte bir kök kanalı hazırlayabildikleri belirtilmiş ve süt diş KKT'sinde NiTi eğelerin kullanımı önerilmiştir.¹⁵⁵ Mevcut çalışmada Protaper Universal NiTi döner alet sistemi kullanıldı.

Çalışmanın ilk bölümü olan mikrobiyolojik inceleme aşamasında, bitkisel içerikli farklı irrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliklerini incelemek için süt diş kökleri *E. faecalis* ve *C. albicans* suşlarıyla enfekte edildi. Kök kanal irrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliklerinin test edildiği *in vitro* çalışmalarda kök kanallarına mikrobiyal süspansiyonlar ekilerek dişler enfekte edilmektedir.^{148, 156} Mevcut çalışmada da bu teknik kullanıldı.

Kök kanalları içerisinde kullanılan antiseptik solüsyonların antimikrobiyal etkinliklerinin incelenmesinde en dirençli mikroorganizmaların kullanılması, test edilen materyalle ilgili verilerin diğer mikroorganizmalar üzerinde de geçerli olması açısından oldukça önemlidir. İnatçı kök kanal enfeksiyonlarından en çok izole edilen bakteri türü *E. faecalis*'tir.²⁹ Başarısız kök kanal tedavilerinde en sık izole edilen bakteri türü olması, dentin tübüllerinin derinliklerine kolayca nüfuz edebilmesi, tek bir tür olarak kök kanalında yaşamını idame ettirebilmesi, antimikrobiyal ajanlara ve antikorlara karşı direnç geliştirebilmesi gibi özellikleri sebebiyle antimikrobiyal etkinlik çalışmalarında sıklıkla *E. faecalis* suşu kullanılmaktadır.^{20, 29} Düşük oksijen seviyesi, besin yetersizliği ve yüksek pH değerlerinde dahi ortama uyum sağlayıp yaşamını devam ettirmesi,

dentine invazyon kabiliyeti ve retreatment gerektiren olgularda kök kanalından en sık izole edilen mantar türü olması nedeniyle antimikrobiyal etkinlik çalışmalarında *C. albicans* tercih edilen mantar türü olmuştur.^{36, 40} Mevcut çalışmada bu özellikleri sebebiyle *E. faecalis* ve *C. albicans* suşları kullanıldı.

E. faecalis ve *C. albicans*'ın inkübasyon süresiyle ilgili literatürde çok farklı sonuçlar bildirilmiştir. *E. faecalis* için 24 saat-4 hafta, *C. albicans* için 2 saat-4 hafta aralığında değişen inkübasyon süreleri kullanılarak yapılan çalışmalar mevcuttur.^{157, 158} Mevcut çalışmada inkübasyon süresi 10 gün olarak belirlendi.

Kök kanal sisteminin şekillendirilmesi ve dezenfeksiyonunda kullanılan irrigasyon ajanlarının miktarının önemli olduğu bildirilmiştir.²² Sedgley ve ark.²² tarafından yapılan bir çalışmada kullanılan irrigasyon solüsyonunun miktarı arttıkça etkinliğin de arttığı gösterilmiş, 6 mL irrigasyon solüsyonunun 3 mL'den istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmiştir. Mevcut çalışmada her kök için 6 mL irrigasyon solüsyonu kullanıldı.

İrrigasyon solüsyonlarının kök kanal sistemi içerisindeki etkinliğini artıran diğer bir konu da uygulanan ajanın kök kanallarında kalma süresi diğer bir ifadeyle kontak zamanıdır.⁴⁷ Radcliffe ve ark.'nın¹⁴¹ çalışması referans alınarak klinik şartları daha iyi yansıtmak amacıyla irrigasyon solüsyonunun kanallarda 30 dk. kalması sağlandı.

Enfekte edilen kök kanallarındaki antimikrobiyal etkinliğin değerlendirilmesinde histolojik kesit yöntemi, radyoaktif olarak işaretlenmiş bakteri görüntüleme tekniği, biyofotonik görüntüleme ve luminometre, mikrobiyolojik koloni sayımı gibi fazla sayıda yöntem mevcuttur.¹⁵⁹ Mevcut çalışmada ise sıklıkla kullanılan bir yöntem olan mikrobiyolojik koloni sayımı yöntemi kullanıldı. Bitkisel içerikli irrigasyon solüsyonlarıyla kök kanallarının yıkanmasının ardından örnek alım işlemi için steril paper pointler kök kanalına yerleştirilip 30 sn. süreyle kanal içeriğini absorbe etmesi

beklendi ve besiyerine transfer edildi. Uygulanan bu protokol literatürdeki diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.^{160, 161}

Süt dişi KKT ile ilgili yapılan çalışmalarda bitkisel içerikli irrigasyon solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliğini inceleyen çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmaların çoğunluğunda pozitif kontrol grubu olarak NaOCI, negatif kontrol grubu olarak ise serum fizyolojik tercih edilmektedir.^{148, 162, 163}

Valera ve ark.¹⁶⁴ *E. faecalis* ve *C. albicans*'a karşı %2.5'lik NaOCI, %2'lik KHX, hint yağı, glikolik aloe vera özütü, glikolik zencefil özütü ve salinin antimikrobiyal etkinliğini *in vitro* olarak incelemişlerdir. Kök kanallarındaki mikroorganizmaların %2.5'lik NaOCI ile tamamen elimine edildiği bildirilmiştir.

Çeşitli konsantrasyonlardaki NaOCI'nin *E. faecalis*, *C. albicans*, *A. naeslundii* ve *A. israelii* üzerindeki antimikrobiyal etkinliğini araştıran Radcliffe ve ark.¹⁴¹ tarafından yapılan bir çalışmada, test edilen mikroorganizmalar üzerinde %0.5, 1, 2.5, 5.25'lik NaOCI'in 0, 10, 20, 30, 60, 120. saniyelerde ve 1, 2, 5, 10, 30. dakikalardaki CFU skorları değerlendirilmiştir. Kontak süresi arttıkça CFU seviyelerinde düşme olduğu ve 5. dakikadan sonra %2.5'lik NaOCI'nin test edilen tüm mikroorganizmaları elimine ettiği bildirilmiştir.

Serum fizyolojik, %2.5'lik NaOCI, %2'lik KHX, aloe vera özütünün *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerindeki antimikrobiyal etkinliğinin incelendiği *in vitro* bir çalışmada, serum fizyolojinin test solüsyonları içerisinde düşük etkinlik gösterdiği bildirilmiştir.¹⁶⁴

Mevcut çalışmada *E. faecalis* ve *C. albicans* ile enfekte edilen köklerde yapılan irrigasyonda pozitif kontrol grubu olan %2.5'lik NaOCI'de antimikrobiyal etkinlik yüksek, negatif kontrol grubu olan serum fizyolojikte ise düşük olarak tespit edildi. Mevcut çalışmada ortaya çıkan bu sonuçlar literatür çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.^{141, 165}

Beyaz çayın, içerdği epigallokateşin gallat polifenolü sayesinde antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir.¹⁶⁶ Farklı çay türlerinin agar disk difüzyon metoduyla antimikrobiyal etkinliğinin incelendiği Koech ve ark.'nın¹⁶⁷ çalışmasında beyaz çayın *C. albicans*'a karşı antifungal etkinliği tespit edilmiştir.

Beyaz, yeşil, kırmızı, rooibos ve siyah çay infüzyonlarının *C. albicans*'a karşı antifungal etkinliklerinin *in vitro* olarak karşılaştırıldığı Almajano ve ark.'nın⁸⁵ çalışmasında ise çayların agar plakta oluşturdıkları inhibisyon zon çapları karşılaştırılmış, non-fermente çayların (beyaz çay) yarı fermente veya fermente olan çaylarla kıyaslandığında *C. albicans*'a karşı daha etkili olduğu bildirilmiştir.

Beyaz, siyah, yeşil ve kırmızı çay özütlerinin *Enterococcus faecalis*'in de içerisinde olduğu 8 adet bakteri üzerindeki antibakteriyel etkinliğinin mikrodilüsyon yöntemiyle incelendiği Fakheri ve ark.'nın¹⁶⁸ çalışmasında beyaz çayın *E. faecalis* için MİK değeri 1.25 mg/mL, MBK değeri 2.5 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Non-fermente çay özütlerinin (beyaz çay) *E. faecalis* de dahil test edilen bakterilere karşı inhibisyon etkisinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Mevcut çalışmada beyaz çayın *E. faecalis* ve *C. albicans* için MİK değeri 0.125 mg/mL olarak tespit edildi. Beyaz çay grubunda serum fizyolojik grubuna göre daha az koloni bulunmasına rağmen aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü. Mevcut çalışmanın bulgularının yapılan çalışmalardan farklılık göstermesi, kullanılan antimikrobiyal duyarlılık testlerinin farklı olmasına ve bu çalışmada belirlenen MİK/MBK değerlerinin literatürde yer alan çalışmalardakilerden çok daha düşük olmasına bağlı olabilir.

Altın otunun içerdği fenolik bileşenler sayesinde antimikrobiyal etkinlik gösterdiği bildirilmiştir.⁹⁷ Altın otu esansiyel yağının, içerisinde *C. albicans*'ın da bulunduğu 7 mikroorganizma türüne karşı mikrodilüsyon yöntemi kullanılarak

antimikrobiyal etkinliğin değerlendirildiği Moghadam ve ark.¹⁶⁹ tarafından yapılan bir *in vitro* çalışmada, MİK değeri 0.139 mg/mL, MFK değeri ise 3.125 mg/mL olarak tespit edilmiştir.

Babota ve ark.'nın¹⁷⁰ altın otunun metanolik, etanolik ve %70 etanolik özütlerinin *C. albicans* üzerindeki etkinliğini inceledikleri çalışmalarında MİK değeri 31.25 mg/mL, MFK değeri 62.5 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Test edilen tüm özütlerin *C. albicans* üzerinde etkili bulunduğu bildirilmiştir.

Altın otunun su ve etanol ile hazırlanan özütlerinin *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerindeki etkilerinin mikrodilüsyon metoduyla *in vitro* incelendiği Kutluk ve ark.'nın¹⁷¹ çalışmasında *E. faecalis* için etanol ve su özütlerinde 16 µg/mL, *C. albicans* için etanol ve su özütlerinde 8 µg/mL MİK değerleri tespit edilmiştir. Altın otunun antibakteriyel ve antifungal etkinliğinin oldukça güçlü olduğu vurgulanmıştır.

Albayrak ve ark.¹⁷² tarafından yapılan bir çalışmada ise altın otunun 4 farklı türünün 10, 25, 50, 100 mg/mL arasında değişen konsantrasyonlardaki metanolik özütlerinin *C. albicans* üzerindeki etkinliği agar kuyucuk difüzyon yöntemiyle incelenmiş ve mevcut çalışmada da kullanılan altın otu türünün (*H.arenarium*) antifungal etkinliğinin bulunmadığı bildirilmiştir.

Mevcut çalışmada altın otunun *E. faecalis* ve *C. albicans* için tespit edilen MİK değerleri sırasıyla 0.125 mg/mL, 0.250 mg/mL; MBK/MFK değerleri sırasıyla 0.125 mg/mL, 0.250 mg/mL'dir. Altın otu, *E. faecalis* üzerinde yüksek antibakteriyel etki gösterdi ve NaOCI grubu ile arasında istatistiksel olarak fark bulunmadı. Yapılan çalışmalarda altın otunun *E. faecalis* üzerindeki tespit edilen yüksek antibakteriyel etkinliği mevcut çalışma ile paralellik göstermektedir.¹⁷¹ Altın otu, *C. albicans* kolonilerinde azalmaya neden olmakla birlikte serum fizyolojik grubu ile arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunamadı. Mevcut çalışmaya ait bulguların yapılan

çalışmalarla farklılık göstermesi; kullanılan antimikrobiyal duyarlılık testlerinin farklı olmasına ve literatürde yer alan çalışmalardaki MİK/MBK değerlerinin mevcut çalışmada tespit edilen değerlerden oldukça yüksek olmasına bağlı olabilir. Ayrıca önceki çalışmalarda çözücü olarak kullanılan dimetilsülfoksitin gösterdiği antimikrobiyal etkinlik, düşük MBK değerleriyle hazırlanan altın otu özütlerinin yüksek antimikrobiyal etkinlik göstermesine neden olmuş olabilir.

Elma sirkesinin içeriğindeki asetik asit ve malik asit sebebiyle endodontik mikroorganizmalara karşı etkili olduğu bildirilmiştir.^{98, 165} Elma sirkesi, sitrik asit, NaOCI ve kombinasyonlarının *E. faecalis* üzerine etkilerinin direkt kontak testiyle incelendiği Tanomaru ve ark.¹⁷³ tarafından yapılan bir çalışmada, elma sirkesinin 10 dakika sonunda yaşayan bakteri sayısında %33'lük düşüş sağladığı bildirilmiştir.

Morgental ve ark.'nın¹⁶⁵ yaptığı bir çalışmada ise elma sirkesi, %2.5'lik NaOCI, %2'lik KHX, %1'lik parasetik asit ve bazı kombinasyonların *E. faecalis* üzerindeki antibakteriyel etkinliği incelenmiştir. Elma sirkesi grubunda *E. faecalis* sayılarında düşüş görülmüştür.

Elma sirkesi ve %5'lik NaOCI'nin *E. faecalis* ve *C. albicans*'a karşı antimikrobiyal etkinliğinin *in vitro* olarak test edildiği Mohanty ve ark.'nın¹⁷⁴ çalışmasında, elma sirkesinin *E. faecalis*'e karşı %5'lik NaOCI kadar etkili olduğu, *C. albicans*'a karşı etkili bulunsa da NaOCI kadar etki göstermediği tespit edilmiştir.

Mevcut çalışmada kök kanallarında irrigasyon solüsyonu olarak kullanılan elma sirkesinin *E. faecalis* üzerindeki antibakteriyel etkinliği serum fizyolojik grubuna göre yüksek olduğu fakat istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmediği görüldü. *C. albicans* ile enfekte edilen köklerde ise NaOCI grubu ile elma sirkesi grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmezken, serum fizyolojik grubu ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. Mohanty ve ark.'nın¹⁷⁴ çalışmasının *E. faecalis*

sonuçlarıyla mevcut çalışmadaki sonuçlar farklılık göstermektedir. Çalışmalar arasındaki fark, kullanılan antimikrobiyal duyarlılık testlerinin ve elma sirkesinin aktif komponent içeriğinin farklılık göstermesinden kaynaklanmış olabilir. Tanomaru ve ark.¹⁷³ ve Morgental ve ark.¹⁶⁵ tarafından yapılan çalışmalarla mevcut çalışmanın sonuçları benzerlik göstermektedir. İnsan diş köklerinin kullanılması ve benzer irrigasyon protokollerinin uygulanması sonuçların benzerlik göstermesinde etkili olmuş olabilir.

Limonun içeriğinde bulunan flavonoidler ve esansiyel yağların limonun antimikrobiyal etkinliğinde önemli rolü olduğu bilinmektedir.¹⁰¹ Oliveira ve ark.¹⁷⁵ tarafından yapılan bir çalışmada limon esansiyel yağının *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerindeki etkinliği *in vitro* olarak incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre limon esansiyel yağı negatif kontrol grubu olan %0.9 serum fizyolojik ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede etkin bulunmuştur. *E. faecalis* üzerinde %49.3 azalma bildirilirken, *C. albicans* %100 elimine edilmiştir.

Philips ve Fisher¹⁷⁶ tarafından yapılan diğer bir *in vitro* çalışmada limon, portakal ve bergamot bitkilerinin esansiyel yağlarının yalnız ve kombine halde vankomisin dirençli ve hassas *E. faecalis* üzerindeki antibakteriyel etkinliği disk difüzyon yöntemiyle incelenmiştir. Test edilen ajanlar içerisinde limon, *E. faecalis* üzerinde en az etkili esansiyel yağ olarak tespit edilmiştir.

Ezzat¹⁷⁷ tarafından yapılan bitki özütlerinin ve esansiyel yağlarının *C. albicans* üzerindeki etkinliğinin agar difüzyon yöntemiyle araştırıldığı bir *in vitro* çalışmada, limon esansiyel yağının *C. albicans*'ın üremesini güçlü bir şekilde inhibe ettiği bildirilmiştir.

Mevcut çalışmada limon özütünün *E. faecalis* üzerindeki etkinliği NaOCl grubuyla istatistiksel olarak benzer bulundu. *C. albicans* üzerindeki etkinliği ise

NaOCl'den istatistiksel olarak farklı bulunurken, serum fizyolojiğe göre etkinliği yüksek olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi. Mevcut çalışmaya ait bulguların yapılan çalışmalarla farklılık göstermesinde; mevcut çalışmada bütün limon bitkisinden elde edilen özüt kullanılırken çalışmaların birçoğunda limonun esansiyel yağının kullanılması ve MİK değerlerinin yüksek bulunması (>4 mg/mL), biyofilmin kök kanalları içerisinde değil de akrilik diskler üzerinde oluşturulması ve antimikrobiyal duyarlılık testi olarak agar difüzyon yönteminin tercih edilmesi etkili olmuş olabilir.

İçeriğinde bulunan timol ve karvakrol sayesinde kekiğin oral mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmiştir.¹⁰⁸ Kekik yağının oral patojenler üzerindeki etkisinin değerlendirildiği Thosar ve ark.¹⁰⁹ tarafından yapılan bir çalışmada antimikrobiyal etkinlik MİK ve MBK/MFK değerleri tespit edilerek değerlendirilmiştir. Çalışmada kekik esansiyel yağının *E. faecalis* için MİK ve MBK/MFK değerleri 32 µg/mL, *C. albicans* için 16 µg/mL olarak tespit edilmiştir. Kekik esansiyel yağının *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerinde etkili olduğu bildirilmiş ve intrakanal antiseptik olarak kullanımları tavsiye edilmiştir.

İçerisinde kekik esansiyel yağının da bulunduğu sekiz esansiyel yağın *E. faecalis*'e karşı antimikrobiyal etkinliğinin incelendiği Silva ve ark.'nın¹⁷⁸ çalışmasında, esansiyel yağın çok düşük konsantrasyonlarda dahi antibakteriyel etkinliği bildirilmiş ve *E. faecalis* ile kontamine petrilere kekik esansiyel yağının oluşturduğu zon çapı (mm) pozitif kontrol grubu olan penisilin G'den daha büyük bulunmuştur.

Kekik esansiyel yağının *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerindeki antimikrobiyal etkinliğinin değerlendirildiği Maksimovic ve ark.¹⁰⁴ tarafından yapılan bir çalışmada, esansiyel yağın MİK değeri *E. faecalis* için 200 µg/mL üzerinde, *C. albicans* için ise 50 µg/mL tespit edilmiştir. Kekik esansiyel yağının *C. albicans*'a karşı etkinliğinin yüksek

olduğu, *E. faecalis*'in ise kekik esansiyel yağına karşı yüksek derecede direnç gösterdiği bildirilmiştir.

Mevcut çalışmada Anzer kekiğinin MİK ve MBK/MFK değeri her iki mikroorganizma için de 0.125 mg/mL olarak tespit edilmiş olup, *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerindeki etkinliği düşük bulundu. Her iki mikroorganizma için de Anzer kekiği grubunun NaOCI grubu ile karşılaştırılmasında istatistiksel olarak farklılık bulunmakla beraber, serum fizyolojik grubuyla aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Mevcut çalışma ve yapılan çalışmaların sonuçları arasındaki farklılıklar çalışmalarda kullanılan kekik türlerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Mevcut çalışmada endemik bir bitki türü olan Anzer kekiği kullanılmışken, yapılan literatür taramasında bu kekik türüne ait *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerinde yapılmış herhangi bir antimikrobiyal aktivite çalışması tespit edilmedi.

Kemomekanik temizleme ve şekillendirme süt dişi endodontik tedavilerinde en önemli basamaklardan biridir. Kök kanal preparasyonu sırasında oluşan smear tabakası endodontik başarıyı olumsuz etkilediği bildirilmiştir.^{125, 126} Çalışmanın ikinci bölümünde bitkisel içerikli solüsyonların smear tabakası uzaklaştırma etkinliği SEM görüntüleri ve Image J programı ile incelendi.

Smear tabakasını uzaklaştırmak için bu tabakanın organik ve inorganik yapılarını çözmek gerektiği, irrigasyon solüsyonlarının bu yapıları çözmede tek başına yeterli olmadığı ve kombine kullanımlarının gerekliliği bildirilmiştir. Bu amaçla smear tabakasının organik yapısını çözmek için NaOCI solüsyonu, inorganik tabakayı çözmek için ise EDTA solüsyonunun kullanımı önerilmiştir.¹⁷⁹ Mevcut çalışmada da pozitif kontrol grubu olarak %2.5'lik NaOCI ve %17'lik EDTA solüsyonları kullanıldı.

Literatür taraması sonucunda test edilen irrigasyon solüsyonlarının süt dişlerinde smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini araştıran herhangi bir çalışmaya

rastlanmayan gruplarda, mevcut çalışmanın bulguları daimi dişlerle yapılan çalışmalarla karşılaştırıldı.

Toyota ve ark.¹⁵¹ süt dişlerini kullanarak yaptıkları *in vitro* bir çalışmada, %0.9'luk serum fizyolojik, %5'lik NaOCI ve %14'lük EDTA'ya farklı irrigasyon rejimleri uygulayarak solüsyonların smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini incelemişlerdir. Serum fizyolojik test edilen solüsyonlar içerisinde en düşük etkinliği göstermiştir. Kökün orta ve apikal bölgelerinde smear tabakasını uzaklaştırmadığı ve dentin tübüllerinin tamamen tıkalı olduğu bildirilmiştir.

Demirel ve ark.⁸⁰ tarafından yapılan *in vitro* bir çalışmada %0.9'luk serum fizyolojik, %1'lik NaOCI, %10'luk EDTA ve %6'lık sitrik asitin süt dişi kök kanallarındaki smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri incelenmiştir. Serum fizyolojik grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek smear skorları gözlenmiştir ve NaOCI grubu ile aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Bölgeler arası karşılaştırmalarda orta ve apikal üçlü bölgeleri arasında istatistiksel olarak fark görülmediği, koronal-orta ve koronal-apikal bölgeler arasındaki farkın anlamlı olduğu bildirilmiştir.

Mevcut çalışmada ise koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde serum fizyolojik grubu ile NaOCI grubu arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmadı. Serum fizyolojik ve NaOCI gruplarının smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri düşük olarak tespit edildi. Bu sonuçlar literatür çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Bölgeler arası karşılaştırmalarda ise serum fizyolojik grubunda koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri arasında smear tabakası uzaklaştırma etkinliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi. NaOCI grubunda koronal-orta, orta-apikal ve koronal-apikal üçlü bölgeleri arasındaki karşılaştırmalarda gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu.

Yapılan literatür taramasında, beyaz çayın smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğini inceleyen herhangi bir çalışma tespit edilmedi. Mevcut çalışmada kökün koronal ve orta üçlü bölgelerinde beyaz çay grubu ile NaOCI-EDTA grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Diğer irrigasyon solüsyonlarıyla arasında fark tespit edilmedi. Apikal üçlü bölgesinde ise beyaz çay grubu ve diğer test grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Beyaz çayın içeriğindeki polifenoller, uçucu yağlar, antioksidanlar sayesinde antimikrobiyal etkinliği bildirilmiş olsa da^{84, 85} kök kanallarında smear tabakası uzaklaştırma etkinliği daha önce çalışılmamış olduğu görülmüş ve mevcut çalışmada ise yeterli bulunmamıştır.

Yapılan literatür araştırma, altın otunun smear tabakası uzaklaştırma etkinliğini inceleyen bir çalışma ile karşılaşılmadı. Kökün koronal, orta ve apikal üçlü bölgesinde altın otunun smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği serum fizyolojik ve NaOCI'ye göre yüksek bulunmasına rağmen, altın otunun diğer solüsyonlarla arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Sahip olduğu flavonoidler, polifenoller, kumarinler sebebiyle antibakteriyel ve antikandida aktivite gösterdiği bildirilmiş olmasına rağmen,^{93, 94, 95} smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği mevcut çalışmada yeterli bulunmadı.

Elma sirkesinin smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği farklı çalışmalarda incelenmiştir.^{180, 181} Candeiro ve ark.¹⁸¹ tarafından yapılan *in vitro* çalışmada elma sirkesi, elma sirkesi-%17 EDTA, serum fizyolojik ve %1 NaOCI-%17 EDTA'nın kökün orta ve apikal üçlü bölgesindeki smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği incelenmiştir. Elma sirkesinin apikal üçlü bölgesine göre orta üçlü bölgesinde daha etkili olduğu, smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğinin yüksek olduğu bildirilmiştir.

Elma sirkesi, %5'lik malik asit, %5'lik asetik asit, %10'luk sodyum sitrat, %10'luk sitrik asit ve %15'lik EDTA'nın daimi dişlerdeki smear tabakasını

uzaklaştırma etkinliklerinin *in vitro* olarak incelendiği Spanó ve ark.¹⁸² tarafından yapılan bir çalışmada, elma sirkesinin %15'lik EDTA'dan daha düşük etkinlik gösterdiği bulunmuştur.

Mevcut çalışmada, koronal bölgede elma sirkesi serum fizyolojiktan daha etkili smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği gösterdi ve NaOCI-EDTA ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi. Orta ve apikal üçlü bölgelerinde elma sirkesi, serum fizyolojik ve NaOCI'ye göre daha yüksek smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği göstermiş olmasına rağmen, orta üçlü bölgesinde gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Apikal üçlü bölgesinde ise NaOCI ile aralarında anlamlı fark görüldü. Bölgeler arası karşılaştırmalarda ise koronal-orta, orta-apikal ve koronal-apikal üçlü bölgeleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmadı. Bu bulgular Candeiro ve ark.'nın çalışmasıyla benzerlik gösterirken, Spanó ve ark.'nın çalışmasıyla farklılık arzetti. Bu durum, çalışmalarda kullanılan elma sirkesinin etken maddesi olan ve smear tabakası uzaklaştırmadaki etkinliği daha önceki çalışmalarda bildirilmiş olan malik asitin^{180, 181} solüsyonların içerisindeki oranının farklılık göstermesi ve solüsyonların uygulama süresinin değişkenliği ile ilgili olabilir.

Corrêa ve ark.'nın¹⁰³ limon suyunun da içinde olduğu farklı meyve sularının daimi dişlerdeki smear tabakası uzaklaştırma etkinliğini inceledikleri *in vitro* çalışmalarında limon suyunun smear tabakasını kaldırdığı ve dentin tübüllerini açtığı tespit edilmiştir.

Mevcut çalışmada koronal ve apikal üçlü bölgelerinde limonun smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği serum fizyolojik ve NaOCI'den yüksek olmasına rağmen, aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Orta üçlü bölgesinde limon, serum fizyolojik ve NaOCI'den daha yüksek etkinlik gösterdi. Mevcut çalışmaya ait bulgular Corrêa ve ark.'nın çalışmasına ait bulgularla paralellik gösterdi. Çalışmalarda

kullanılan limonun etken maddesi olan ve smear tabakası uzaklaştırmadaki etkinliği daha önceki çalışmalarda bildirilmiş olan sitrik asit ^{183, 184} içeriği bu benzerliğin oluşmasında etkili olmuş olabilir.

Yapılan literatür taramasında, Anzer kekiğinin smear tabakasına etkisini araştıran herhangi bir çalışma tespit edilmedi. Mevcut çalışmada kökün koronal ve orta üçlü bölgelerinde Anzer kekiği grubunun NaOCI-EDTA grubu ile arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulundu. Anzer kekiği grubunun diğer test grupları ile arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Apikal üçlü bölgesinde ise Anzer kekiği grubu ile NaOCI grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi. Diğer test grupları ile aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.

Uusoy ve ark.¹⁸⁵ tarafından yapılan *in vitro* bir çalışmada %2.5 NaOCI-%17 EDTA, %7 maleik asit-2.5 NaOCI, %1.3 NaOCI-MTAD, Smear Clear-%2.5 NaOCI, %5 NaOCI ve serum fizyolojik gruplarının smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri incelenmiştir. NaOCI-EDTA grubunun smear tabakasını kökün koronal ve orta üçlü bölgesinde etkili şekilde uzaklaştırdığı ve diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmediği rapor edilmiştir.

Süt dişleri kullanılarak yapılan *in vitro* bir çalışmada %6 sitrik asit-%1 NaOCI, %10 EDTA-%1 NaOCI, %1 NaOCI ve serum fizyolojik gruplarının smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri incelenmiştir. NaOCI-EDTA grubu ile serum fizyolojik grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve NaOCI-EDTA grubunun smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinin yüksek olduğu bildirilmiştir. Koronal ve orta üçlü bölgesinde apikal bölgeye göre irrigasyon solüsyonlarının daha etkili olduğu tespit edilmiştir.⁸⁰

Mevcut çalışmada NaOCI-EDTA grubunda koronal-orta ve orta-apikal üçlü bölgelerinde gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken, koronal-

apikal üçlü bölgeleri arasındaki karşılaştırmada gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. Mevcut çalışmadaki bulgular literatür çalışmalarıyla benzerlik gösterdi. Bu durum süt dişi kök kanallarının apikal bölgedeki kompleks morfolojisi ve kanal çaplarının dar olması sebebiyle irrigasyon solüsyonunun apikal bölgeye yeterli miktarda ulaşamamış olmasından kaynaklanmış olabilir.¹⁵¹

Carvalho ve ark.'nın¹⁸⁶ %2.5 NaOCI-%17 EDTA, %2 KHX jel-%17 EDTA, Canal Plus-%2.5 NaOCI ve serum fizyolojik-%17 EDTA'nın smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini inceledikleri *in vitro* çalışmalarında serum fizyolojik-EDTA kombinasyonunun etkinliğini diğer solüsyonlara göre daha düşük olarak tespit etmişlerdir. Serum fizyolojik-EDTA grubunda, NaOCI-EDTA grubuna göre daha az oranda smear tabakası uzaklaştırıldığı bildirilmiştir. Bölgeler arası karşılaştırmalarda ise koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri arasında smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinde istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir.

Menezes ve ark.'nın¹⁸⁷ *in vitro* çalışmasında %2.5'lik NaOCI, %2.5 NaOCI-%17 EDTA, %2'lik KHX, %2 KHX-%17 EDTA, serum fizyolojik, serum fizyolojik-%17 EDTA'nın smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini incelemişlerdir. İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen serum fizyolojik-EDTA grubunun, %2.5 NaOCI-%17 EDTA ve %2 KHX-%17 EDTA gruplarına göre daha az smear tabakası uzaklaştırdığı tespit edilmiştir. Bölgeler arası karşılaştırmalarda ise koronal, orta ve apikal üçlü bölgeleri arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir.

Mevcut çalışmada EDTA uygulanan gruplar arasında koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde serum fizyolojik-EDTA grubu ve NaOCI-EDTA grubu arasında smear tabakası uzaklaştırma etkinliği açısından istatistiksel olarak fark görülmedi. Mevcut çalışma bulguları literatür çalışmalarıyla paralellik gösterdi. Bölgeler arası karşılaştırmalarda ise koronal-orta ve orta-apikal üçlü bölgeleri için gruplar arasındaki

fark istatistiksel olarak anlamlı değilken, koronal-apikal üçlü bölgeleri arasındaki karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu.

Mevcut çalışmanın bölgeler arası karşılaştırmalarında elde edilen sonuçlarla Menezes ve ark. ve Carvalho ve ark. tarafından yapılan çalışmaların sonuçları arasındaki fark; süt dişi kök kanal çapının daimi dişten küçük olması ve süt dişlerinde apikal bölgeye ulaşan irrigasyon solüsyon hacminin sınırlı olması nedeniyle oluşmuş olabilir.

Literatürde smear tabakasının uzaklaştırılması amacıyla elma sirkesinin EDTA ile kombine olarak kullanıldığı tek bir çalışma olduğu görülmüştür. Bu çalışmada elma sirkesi-EDTA, elma sirkesi, serum fizyolojik ve %1 NaOCI-%17 EDTA'nın smear tabakası uzaklaştırma etkinliği *in vitro* olarak incelenmiştir.¹⁸¹ Elma sirkesi-EDTA grubu ile serum fizyolojik grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Elma sirkesi-EDTA grubunun test solüsyonları içerisinde kökün apikal bölgesinde en etkili ajan olduğu ve EDTA'dan bağımsız smear tabakasını kaldırdığı bildirilmiştir.

Mevcut çalışmada koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde elma sirkesi-EDTA grubu ile diğer test grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi. Benzer şekilde bölgeler arası karşılaştırmalarda koronal-orta, orta-apikal ve koronal-apikal üçlü bölgeleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmadı. Candeiro ve ark.'nın çalışmasında apikal üçlü bölgesindeki yüksek etkinliğin mevcut çalışmadan farklı olması, çalışmalarda kullanılan elma sirkelerinin aktif komponentlerinin oransal farklılığı ve diş köklerinin morfolojik farklılık (süt-daimi) göstermesinden kaynaklanmış olabilir.

Yapılan literatür araştırmasında; beyaz çay-EDTA, altın otu-EDTA, limon-EDTA ve Anzer kekiği-EDTA'nın smear tabakasına etkisini inceleyen herhangi bir

Çalışma tespit edilmedi. Grupların koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde diğeri test gruplarıyla istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi.

Mevcut çalışmanın sınırları arasında çalışmanın *in vitro* olarak tasarlanması ve *in vivo* koşulları tam olarak yansıtamaması yer alabilir. Mevcut çalışmada düz köklü/kanallı dişler tercih edildi. Çalışmada kullanılan irrigasyon solüsyonlarının smear tabakası uzaklaştırma etkinliğı ileri çalışmalarda eğimli kök kanallı dişlerde de incelenebilir. *In vitro* gerçekleştirdiğimiz mevcut çalışmada kullanılan bitki özütleri ve elma sirkesinin sitotoksik etkileri *in vivo* tasarlanan çalışmalarda değeriendirilebilir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Beyaz çay, altın otu, elma sirkesi, limon ve Anzer kekiğinin irrigasyon solüsyonu olarak kullanımında süt dişi kök kanal enfeksiyonlarından sıklıkla izole edilen *E. faecalis* ve *C. albicans*'a karşı gösterdikleri antimikrobiyal etkinliğin incelendiği ve smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerinin değerlendirildiği bu *in vitro* çalışmanın sonuçları arasında;

1. Çalışmada kullanılan solüsyonların *E. faecalis*'e karşı negatif kontrol grubu olan serum fizyolojiğe göre daha fazla antibakteriyel etkinlik gösterdiği fakat sadece altın otu ve limonun istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturduğu ve pozitif kontrol grubu olan NaOCI ile benzer antibakteriyel etkinlik gösterdiği,
2. Çalışmada kullanılan solüsyonların *C. albicans*'a karşı negatif kontrol grubu olan serum fizyolojiğe göre daha fazla antifungal etkinlik gösterdiği fakat elma sirkesinin istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturduğu ve pozitif kontrol grubu olan NaOCI ile benzer antifungal etkinlik gösterdiği,
3. Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde çalışmada kullanılan solüsyonların negatif kontrol grubu olarak belirlenen serum fizyolojik ve NaOCl'e göre daha fazla smear tabakası uzaklaştırdığı, fakat koronal bölgede sadece elma sirkesinin istatistiksel olarak fark oluşturduğu; altın otu, limon ve elma sirkesi gruplarının smear tabakası uzaklaştırmada NaOCI-EDTA kadar etkili bulunduğu,
4. Orta üçlü bölgesinde limonun serum fizyolojik ve NaOCl'e göre daha fazla smear tabakası uzaklaştırdığı; altın otu, limon ve elma sirkesinin smear tabakası uzaklaştırmada NaOCI-EDTA kadar etkili olduğu,
5. Apikal bölgede ise elma sirkesinin NaOCl'ye göre daha fazla smear tabakası uzaklaştırdığı; elma sirkesi ve Anzer kekiğinin smear tabakası uzaklaştırmada NaOCI-EDTA kadar başarılı bulunduğu,

6. Koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde EDTA ile kombine olarak kullanılan irrigasyon solüsyonları arasında anlamlı fark bulunmadığı,
7. Tüm irrigasyon solüsyonlarında korondan apikale doğru smear tabakası uzaklaştırma etkinliğinde düşüş görüldüğü yer almaktadır.

Mevcut çalışmanın sınırları dahilinde smear tabakasını uzaklaştırabilen ve *E. faecalis*'e karşı antibakteriyel etkisi bulunan limon ile *C. albicans*'a karşı antifungal etkili elma sirkesi süt dişi kök kanal irrigasyonlarında oral ve periapikal dokular üzerinde toksik özellikleri bilinen kimyasal içerikli irrigasyon solüsyonlarına alternatif olarak önerilebilir. Ayrıca *E. faecalis*'e karşı antibakteriyel etkisi gözlenen altın otunun EDTA ile birlikte kullanımı da önerilebilecek yöntemler arasında yer alabilir. Farklı konsantrasyon değerlerinde, farklı bitkilerle kombine edilerek veya bitkinin içeriğindeki aktif komponentler izole edilerek mevcut bitkisel içerikli solüsyonlar ile planlanacak ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Camp JH, Fuks AB. *Pathways of the pulp. Pediatric endodontics: endodontic treatment for the primary and young permanent dentition*. 9th ed. St. Louis, Mosby Elsevier, 2006: 822–882.
2. Fuks AB. Pulp therapy for the primary and young permanent dentitions. *Dental clinics of north america*, 2000, 44: 571-596.
3. Dammaschke T, Witt M, Ott K, Schäfer E. Scanning electron microscopic investigation of incidence, location, and size of accessory foramina in primary and permanent molars. *Quintessence International*, 2004, 35: 699-705.
4. Spangberg L, Engström B, Langeland K. Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics *in vitro*. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, and endodontics*, 1973, 36: 856-871.
5. Barbería E, Lucavechi T, Cárdenas D, Maroto M. Free-end space maintainers: design, utilization and advantages. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2006, 31: 5-8.
6. Bansal M, Gupta N, Gupta P, Arora V, Thakar S. Reasons for extraction in primary teeth among 5-12 years school children in Haryana, India- A cross-sectional study. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 2017, 9: 545-549.
7. Alaçam A, Alaçam T, Uzel İ, M. A. *Pedodontide Endodontik Yaklaşımlar*. 2. Baskı. Ankara, Barış Yayınları, 2000: 693-722.
8. Dummett C, Kopel HM. Pediatric endodontics. *Endodontics*, 2002, 5: 861-902.
9. Barcelos R, Tannure PN, Gleiser R, Luiz RR, Primo LG. The influence of smear layer removal on primary tooth pulpectomy outcome: a 24-month, double-blind, randomized, and controlled clinical trial evaluation. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 2012, 22: 369-381.

10. Siqueira Jr JF, Rôças IN. *Essential Endodontology: Prevention Treatment of Apical Periodontitis*. 3rd ed. India, Wiley-Blackwell, 2019.
11. Garg N, Garg A. *Textbook of endodontics*. 2nd ed. New Delhi, Jaypee Brothers Medical Publishers Ltd. , 2010.
12. Gondim JO, Avaca-Crusca JS, Valentini SR, Zanelli CF, Spolidorio DM, Giro EM. Effect of a calcium hydroxide/chlorhexidine paste as intracanal dressing in human primary teeth with necrotic pulp against *Porphyromonas gingivalis* and *Enterococcus faecalis*. *International journal of paediatric dentistry*, 2012, 22: 116-124.
13. Sundqvist G. Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, and endodontics*, 1994, 78: 522-530.
14. Siqueira JF, Jr. , Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *Journal of endodontics*, 2000, 26: 331-334.
15. Portenier I, Haapasalo H, Rye A, Waltimo T, Ørstavik D, Haapasalo M. Inactivation of root canal medicaments by dentine, hydroxylapatite and bovine serum albumin. *International endodontic journal*, 2001, 34: 184-188.
16. Martins Teixeira L, Facklam R, Murray P, Baron E, Jorgensen J, Pfaller M, Tenover FC, Tenover R. *Enterococcus*. *Manual of clinical microbiology*. 8th ed. Washington, ASM, 2003.
17. Rôças IN, Siqueira JF, Jr. , Santos KR. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *Journal of endodontics*, 2004, 30: 315-320.
18. Koch S, Hufnagel M, Theilacker C, Huebner J. Enterococcal infections: host response, therapeutic, and prophylactic possibilities. *Vaccine*, 2004, 22: 822-830.
19. Lewis CM, Zervos MJ. Clinical manifestations of enterococcal infection. *European Journal of clinical microbiology and infectious diseases*, 1990, 9: 111-117.

20. Siqueira JF, Jr. , Rôças IN, Souto R, de Uzeda M, Colombo AP. Actinomyces species, streptococci, and *Enterococcus faecalis* in primary root canal infections. *Journal of endodontics*, 2002, 28: 168-172.
21. Love RM. *Enterococcus faecalis*-a mechanism for its role in endodontic failure. *International endodontic journal*, 2001, 34: 399-405.
22. Sedgley CM, Lennan SL, Appelbe OK. Survival of *Enterococcus faecalis* in root canals ex vivo. *International endodontic journal*, 2005, 38: 735-742.
23. Distel JW, Hatton JF, Gillespie MJ. Biofilm formation in medicated root canals. *Journal of endodontics*, 2002, 28: 689-693.
24. Ruoff KL, de la Maza L, Murtagh MJ, Spargo JD, Ferraro MJ. Species identities of enterococci isolated from clinical specimens. *Journal of clinical microbiology*, 1990, 28: 435-437.
25. Pinheiro ET, Gomes BP, Ferraz CC, Sousa EL, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *International endodontic journal*, 2003, 36: 1-11.
26. Figdor D, Davies JK, Sundqvist G. Starvation survival, growth and recovery of *Enterococcus faecalis* in human serum. *Oral microbiology and immunology*, 2003, 18: 234-239.
27. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *Journal of endodontics*, 2006, 32: 93-98.
28. Dahlén G, Blomqvist S, Almståhl A, Carlén A. Virulence factors and antibiotic susceptibility in enterococci isolated from oral mucosal and deep infections. *Journal of oral microbiology*, 2012, 4: 10855.

29. Portenier I, Waltimo TM, Haapasalo M. *Enterococcus faecalis*—the root canal survivor and ‘star’ in post-treatment disease. *Endodontic topics*, 2003, 6: 135-159.
30. Cengiz AT, Mısırlıgil A, Aydın M. *Tıp ve diş hekimliğinde genel ve özel mikrobiyoloji*. 1. Baskı. Ankara, Güneş Kitapevi, 2004.
31. Farah CS, Ashman RB, Challacombe S. Oral candidosis. *Clinics in dermatology*, 2000, 18: 553-562.
32. Chaffin WL, López-Ribot JL, Casanova M, Gozalbo D, Martínez JP. Cell wall and secreted proteins of *Candida albicans*: identification, function, and expression. *Microbiology and molecular biology reviews*, 1998, 62: 130-180.
33. Lucas VS. Association of psychotropic drugs, prevalence of denture-related stomatitis and oral candidosis. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 1993, 21: 313-316.
34. Scully C, el-Kabir M, Samaranayake LP. *Candida* and oral candidosis: a review. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 1994, 5: 125-157.
35. Sen BH, Piskin B, Demirci T. Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM. *Endodontics and dental traumatology*, 1995, 11: 6-9.
36. Sen BH, Safavi KE, Spångberg LS. Growth patterns of *Candida albicans* in relation to radicular dentin. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 1997, 84: 68-73.
37. Akdeniz B, Koparal E, Sen B, Ateş M, Denizci A. Prevalence of *Candida albicans* in oral cavities and root canals of children. *ASDC Journal of dentistry for children*, 2002, 69: 289-292, 235.
38. Ruff ML, McClanahan SB, Babel BS. *In vitro* antifungal efficacy of four irrigants as a final rinse. *Journal of Endodontics*, 2006, 32: 331-333.

39. Hube B, Naglik J. *Candida albicans* proteinases: resolving the mystery of a gene family. *Microbiology*, 2001, 147: 1997-2005.
40. Egan MW, Spratt DA, Ng YL, Lam JM, Moles DR, Gulabivala K. Prevalence of yeasts in saliva and root canals of teeth associated with apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, 2002, 35: 321-329.
41. Siqueira JF, Jr. , Rôças IN, Lopes HP, Elias CN, de Uzeda M. Fungal infection of the radicular dentin. *Journal of Endodontics*, 2002, 28: 770-773.
42. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM, Et. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic topics*, 2005, 10: 77-102.
43. Nogo-Zivanovic D, Bjelovic L, Ivanovic V, Kanjevac T, Tanaskovic I. Consideration of the therapeutic potential of irrigants in endodontic therapy. *Serbian Journal of Experimental Clinical Research*, 2018, 19: 103-112.
44. Çalışkan MK. *Endodontide Tanı ve Tedaviler*. 1. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2006: 413-420.
45. West JD, Roane J, Goerig A. *Pathways of the pulp: Cleaning and shaping the root canal system*. 6th ed. St. Louis, Mosby, 1994.
46. Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants. *Journal of conservative dentistry*, 2010, 13: 256-264.
47. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spanó JC, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian Dental Journal*, 2002, 13: 113-117.
48. Buck RA, Eleazer PD, Staat RH, Scheetz JP. Effectiveness of three endodontic irrigants at various tubular depths in human dentin. *Journal of Endodontics*, 2001, 27: 206-208.

49. Waltimo T, Trope M, Haapasalo M, Ørstavik D. Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *Journal of Endodontics*, 2005, 31: 863-866.
50. Berber VB, Gomes BP, Sena NT, Vianna ME, Ferraz CC, Zaia AA, Souza-Filho FJ. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *International Endodontic Journal*, 2006, 39: 10-17.
51. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dental Clinics of North America*, 2010, 54: 291-312.
52. Crincoli V, Scivetti M, Di Bisceglie MB, Pilolli GP, Favia G. Unusual case of adverse reaction in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment: a case report. *Quintessence International*, 2008, 39: 70-73.
53. Borzini L, Condò R, De Dominicis P, Casaglia A, Cerroni L. Root Canal Irrigation: Chemical Agents and Plant Extracts Against *Enterococcus faecalis*. *The open dentistry journal*, 2016, 10: 692-703.
54. Sabala CL, Powell SE. Sodium hypochlorite injection into periapical tissues. *Journal of Endodontics*, 1989, 15: 490-492.
55. Serper A, Ozbek M, Calt S. Accidental sodium hypochlorite-induced skin injury during endodontic treatment. *Journal of Endodontics*, 2004, 30: 180-181.
56. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International Endodontic Journal*, 2003, 36: 810-830.
57. Mohammadi Z, Abbott PV. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *International Endodontic Journal*, 2009, 42: 288-302.

58. Gomes BP, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JF, Souza-Filho FJ, Ferraz CC. Chlorhexidine in endodontics. *Brazilian Dental Journal*, 2013, 24: 89-102.
59. Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA, Nelson Filho P, Bonifácio KC, Ito IY. *In vivo* antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *Journal of Endodontics*, 1999, 25: 167-171.
60. Krishnamurthy S, Sudhakaran S. Evaluation and prevention of the precipitate formed on interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine. *J Endod*, 2010, 36: 1154-1157.
61. Svec TA, Harrison JW. The effect of effervescence on debridement of the apical regions of root canals in single-rooted teeth. *Journal of Endodontics*, 1981, 7: 335-340.
62. Gottardi W, Block S. *Disinfection, sterilization, and preservation*. 4th ed. Philadelphia, Lea & Febiger 1991.
63. Shiozawa A. Characterization of reactive oxygen species generated from the mixture of NaClO and H₂O₂ used as root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 2000, 26: 11-15.
64. Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio RM, Kettering JD. The antimicrobial effect of MTAD: an *in vitro* investigation. *Journal of Endodontics*, 2003, 29: 400-403.
65. Chiniforush N, Pourhajibagher M, Shahabi S, Bahador A. Clinical Approach of High Technology Techniques for Control and Elimination of Endodontic Microbiota. *Journal of lasers in medical sciences*, 2015, 6: 139-150.
66. Shabahang S, Torabinejad M. Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth. *Journal of Endodontics*, 2003, 29: 576-579.

67. Tay FR, Hosoya Y, Loushine RJ, Pashley DH, Weller RN, Low DC. Ultrastructure of intraradicular dentin after irrigation with BioPure MTAD. II. The consequence of obturation with an epoxy resin-based sealer. *Journal of Endodontics*, 2006, 32: 473-477.
68. Bocci VA. Scientific and medical aspects of ozone therapy. State of the art. *Archives of Medical Research*, 2006, 37: 425-435.
69. Bocci V, Grootveld M, Baysan A, Siddiqui N, Sim J, Silwood C, Lynch E, Claxson A, Nabaa L, Ekstrand K. *How ozone acts and exerts therapeutic effects*. 1th ed. London Quintessence Publishing, 2004: 15-22.
70. Arita M, Nagayoshi M, Fukuizumi T, Okinaga T, Masumi S, Morikawa M, Kakinoki Y, Nishihara T. Microbicidal efficacy of ozonated water against *Candida albicans* adhering to acrylic denture plates. *Oral Microbiology and Immunology*, 2005, 20: 206-210.
71. Nagayoshi M, Fukuizumi T, Kitamura C, Yano J, Terashita M, Nishihara T. Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiology and Immunology*, 2004, 19: 240-246.
72. Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *J Dent*, 2008, 36: 104-116.
73. Nogales CG, Ferrari PH, Kantorovich EO, Lage-Marques JL. Ozone therapy in medicine and dentistry. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 2008, 9: 75-84.
74. Baysan A, Lynch E. The use of ozone in dentistry and medicine. *Primary Dental Care*, 2005, 12: 47-52.
75. Bocci V. Ozone as Janus: this controversial gas can be either toxic or medically useful. *Mediators of Inflammation*, 2004, 13: 3-11.

76. Filippi A. Water disinfection of dental units using ozone—microbiological results after 11 years and technical problems. *Ozone: science & engineering*, 2002, 24: 479-483.
77. Murakami H, Mizuguchi M, Hattori M, Ito Y, Kawai T, Hasegawa J. Effect of denture cleaner using ozone against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *E. coli* T1 phage. *Dent Mater J*, 2002, 21: 53-60.
78. Pattanaik B, Jetwa D, Pattanaik S, Manglekar S, Naitam DN, Dani AJJoid. Ozone therapy in dentistry: a literature review. 2011, 1: 87.
79. Saini R. Ozone therapy in dentistry: A strategic review. *Journal of Natural Science, Biology, and Medicine*, 2011, 2: 151-153.
80. Demirel A, Yüksel BN, Ziya M, Gümüş H, Doğan S, Sari Ş. The effect of different irrigation protocols on smear layer removal in root canals of primary teeth: a SEM study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2019, 77: 380-385.
81. Saito K, Webb TD, Imamura GM, Goodell GG. Effect of shortened irrigation times with 17% ethylene diamine tetra-acetic acid on smear layer removal after rotary canal instrumentation. *Journal of Endodontics*, 2008, 34: 1011-1014.
82. Huth KC, Quirling M, Maier S, Kamereck K, Alkhayer M, Paschos E, Welsch U, Miethke T, Brand K, Hickel R. Effectiveness of ozone against endodontopathogenic microorganisms in a root canal biofilm model. *International Endodontic Journal*, 2009, 42: 3-13.
83. Govindarajan R, Vijayakumar M, Pushpangadan P. Antioxidant approach to disease management and the role of 'Rasayana' herbs of Ayurveda. *Journal of Ethnopharmacology*, 2005, 99: 165-178.
84. Shukla Y. Tea and cancer chemoprevention: a comprehensive review. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 2007, 8: 155-166.

85. Almajano M, Carbo R, Jiménez J, Gordon M. Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chemistry*, 2008, 108: 55-63.
86. Fidan M. Beyaz çay (*Camellia sinensis* L.)'ın *Drosophila melanogaster*'de bazı antineoplastiklerin neden olduğu mutajenik etki üzerine koruyucu etkisinin araştırılması. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı. Amasya: Amasya Üniversitesi, 2017.
87. Aktaş Karaçelik A. Bitkisel çay bileşenlerinin ve gıda katkılarının karbonik anhidraz aktivitesi üzerine etkileri. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı. Doktora tezi, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, 2018.
88. Koutelidakis AE, Argyri K, Serafini M, Proestos C, Komaitis M, Pecorari M, Kapsokefalou M. Green tea, white tea, and *Pelargonium purpureum* increase the antioxidant capacity of plasma and some organs in mice. *Nutrition*, 2009, 25: 453-458.
89. Jiang H-Y. *White tea: its manufacture, chemistry, and health effects*. C. T. Ho, J. K. Lin, & F. Shahidi (Eds.) ed. Boca Raton, CRC Press, 2009.
90. Gondoin A, Grussu D, Stewart D, McDougall GJ. White and green tea polyphenols inhibit pancreatic lipase in vitro. *Food Research International*, 2010, 43: 1537-1544.
91. Unachukwu UJ, Ahmed S, Kavalier A, Lyles JT, Kennelly EJ. White and green teas (*Camellia sinensis* var. *sinensis*): variation in phenolic, methylxanthine, and antioxidant profiles. *Journal of Food Science*, 2010, 75: 541-548.
92. Onaran M, Orhan N, Farahvash A, Ekin HN, Kocabıyık M, Gönül İ I, Şen İ, Aslan M. Successful treatment of sodium oxalate induced urolithiasis with *Helichrysum* flowers. *Journal of Ethnopharmacology*, 2016, 186: 322-328.
93. Mao Z, Gan C, Zhu J, Ma N, Wu L, Wang L, Wang X. Anti-atherosclerotic activities of flavonoids from the flowers of *Helichrysum arenarium* L. *MOENCH*

through the pathway of anti-inflammation. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 2017, 27: 2812-2817.

94. Olmedo R, Nepote V, Grosso NR. Antioxidant activity of fractions from oregano essential oils obtained by molecular distillation. *Food Chemistry*, 2014, 156: 212-219.

95. Woguem V, Fogang HP, Maggi F, Tapondjou LA, Womeni HM, Quassinti L, Bramucci M, Vitali LA, Petrelli D, Lupidi G. Volatile oil from striped African pepper (*Xylopia parviflora*, Annonaceae) possesses notable chemopreventive, anti-inflammatory and antimicrobial potential. *Food Chemistry*, 2014, 149: 183-189.

96. Süzgeç S, Meriçli AH, Houghton PJ, Cubukçu B. Flavonoids of *Helichrysum compactum* and their antioxidant and antibacterial activity. *Fitoterapia*, 2005, 76: 269-272.

97. Albayrak S, Aksoy A, Sagdic O, Hamzaoglu E. Compositions, antioxidant and antimicrobial activities of *Helichrysum* (Asteraceae) species collected from Turkey. *Food Chemistry*, 2010, 119: 114-122.

98. Estrela C, Holland R, Bernabé PF, de Souza V, Estrela CR. Antimicrobial potential of medicaments used in healing process in dogs' teeth with apical periodontitis. *Brazilian Dental Journal*, 2004, 15: 181-185.

99. Moufida S, Marzouk B. Biochemical characterization of blood orange, sweet orange, lemon, bergamot and bitter orange. *Phytochemistry*, 2003, 62: 1283-1289.

100. Kawaii S, Tomono Y, Katase E, Ogawa K, Yano M, Koizumi M, Ito C, Furukawa H. Quantitative study of flavonoids in leaves of citrus plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2000, 48: 3865-3871.

101. Otang W, Afolayan A. Antimicrobial and antioxidant efficacy of *Citrus limon* L. peel extracts used for skin diseases by Xhosa tribe of Amathole District, Eastern Cape, South Africa. *South african journal of botany*, 2016, 102: 46-49.

102. Kılınç B, Yalçın HT, Sürengil G. Meyve Kabuklarının Gıdalar için Antimikrobiyal Madde ve Yenilebilir Film olarak Etkinliklerinin Belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2018, 8: 144-157.
103. Corrêa FO, Sampaio JE, Rossa Júnior C, Orrico SR. Influence of natural fruit juices in removing the smear layer from root surfaces-An in vitro study. *Journal of the canadian dental association*, 2004, 70: 697-702.
104. Maksimović Z, Milenković M, Vučićević D, Ristić M. Chemical composition and antimicrobial activity of *Thymus pannonicus* All. (Lamiaceae) essential oil. *Central European Journal of Biology*, 2008, 3: 149-154.
105. Gaysinsky S, Davidson PM, McClements DJ, Weiss J. Formulation and characterization of phytophenol-carrying antimicrobial microemulsions. *Food Biophysics*, 2008, 3: 54-65.
106. Al-Mariri A, Swied G, Oda A, Al Hallab L. Antibacterial Activity of *Thymus Syriacus* Boiss Essential Oil and Its Components against Some Syrian Gram-Negative Bacteria Isolates. *Iranian journal of medical sciences*, 2013, 38: 180-186.
107. Nikolić M, Glamočlija J, Ferreira IC, Calhelha RC, Fernandes Â, Marković T, Marković D, Giweli A, Soković M. Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L. , *Thymus algeriensis* Boiss. and *Reut* and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Industrial crops and products*, 2014, 52: 183-190.
108. Friedman M, Henika PR, Mandrell RE. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. *Journal of Food Protection*, 2002, 65: 1545-1560.

109. Thosar N, Basak S, Bahadure RN, Rajurkar M. Antimicrobial efficacy of five essential oils against oral pathogens: An *in vitro* study. *European journal of dentistry*, 2013, 7: S071-s077.
110. Ferhout H, Bohatier J, Guillot J, Chalchat J. Antifungal activity of selected essential oils, cinnamaldehyde and carvacrol against *Malassezia furfur* and *Candida albicans*. *Journal of Essential Oil Research*, 1999, 11: 119-129.
111. Şekeroğlu N, Deveci M, Buruk CK, Gürbüz B, İpek A. Chemical composition and antimicrobial activity of Anzer tea essential oil. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 2007, 87: 1424-1426.
112. Gülay Z. Gram negatif çomaklarda antibiyotik direnci: 2003-2004 Türkiye haritası. *Ankem Derg*, 2005, 19: 66-77.
113. Marwan AG, Nagel CW. Quantitative determination of infinite inhibition concentrations of antimicrobial agents. *Applied and Environmental Microbiology*, 1986, 51: 559-561.
114. Madigan MT, Martinko JM, Parker J. *Brock biology of microorganisms*. 8th ed. NJ, USA, 1997.
115. Kim HO, Park SW, Park HD. Inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 by cinnamic aldehyde purified from *Cinnamomum cassia* shoot. *Food Microbiology*, 2004, 21: 105-110.
116. Baker C, Stocker S, Culver D, Thornsberry C. Comparison of the E Test to agar dilution, broth microdilution, and agar diffusion susceptibility testing techniques by using a special challenge set of bacteria. *Journal of Clinical Microbiology*, 1991, 29: 533-538.
117. Jorgensen JH. *Antibacterial susceptibility tests: dilution and disk diffusion methods*. 7th ed. Washington, ASM Press, 1999: 1526–1543.

118. Şahin E. Bitkisel kaynaklı antimikrobiyallerin gıda kaynaklı bazı patojen mikroorganizmalar üzerinde etkileri. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi 2006.
119. Lambert RJ, Pearson J. Susceptibility testing: accurate and reproducible minimum inhibitory concentration (MIC) and non-inhibitory concentration (NIC) values. *Journal of Applied Microbiology*, 2000, 88: 784-790.
120. Wikler M, Low D, Cockerill F. *Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically: approved standard*. 7th ed. CLSI, 2006.
121. Baron E, Finegold S. *Methods for testing antimicrobial effectiveness. Diagnostic microbiology*. 8th ed. St. Louis, Missouri, Mosby, 1990.
122. Çetinkaya Y, Ünal S. Stafilokokal nazal taşıyıcılık: Önemi ve tedavisi. . *Hastane Enfeksiyon Dergisi*, 1999, 3: 22-32.
123. Arda M. *Temel Mikrobiyoloji: Genişletilmiş İkinci Baskı*. 2. Baskı, Ankara, Medisan Yayın Serisi, 2000: 1-548.
124. Yang SE, Bae KS. Scanning electron microscopy study of the adhesion of *Prevotella nigrescens* to the dentin of prepared root canals. *Journal of Endodontics*, 2002, 28: 433-437.
125. Jodaikin A, Austin JC. The effects of cavity smear layer removal on experimental marginal leakage around amalgam restorations. *Journal of Dental Research*, 1981, 60: 1861-1866.
126. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *Journal of Endodontics*, 1984, 10: 477-483.
127. Cehreli ZC, Uyanik MO, Nagas E, Tuncel B, Er N, Comert FD. A comparison of residual smear layer and erosion following different endodontic irrigation protocols

tested under clinical and laboratory conditions. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2013, 71: 1261-1266.

128. Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *The journal of prosthetic dentistry*, 1981, 46: 531-537.

129. Michelich VJ, Schuster GS, Pashley DH. Bacterial penetration of human dentin *in vitro*. *Journal of Dental Research*, 1980, 59: 1398-1403.

130. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - a review. *International Endodontic Journal*, 2010, 43: 2-15.

131. Meryon SD, Brook AM. Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *International Endodontic Journal*, 1990, 23: 196-202.

132. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *Journal of Endodontics*, 1975, 1: 238-242.

133. Brännström M. Smear layer: pathological and treatment considerations. *Operative Dentistry. Supplement*, 1984, 3: 35-42.

134. Kapakin Terim KA. Scanning-Elektron Mikroskobu. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2006, 17: 55-58.

135. Dogan A, Ozcelik S, Dogan OM, Hubbezoglu I, Cakmak M, Bolayir G. Effect of bleaching on roughness of dental composite resins. *The journal of adhesion*, 2008, 84: 897-914.

136. Zandim DL, Corrêa FO, Sampaio JE, Rossa Júnior C. The influence of vinegars on exposure of dentinal tubules: a SEM evaluation. *Brazilian oral research*, 2004, 18: 63-68.

137. Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *International Endodontic Journal*, 2005, 38: 285-290.

138. Kramer PF, Faraco Júnior IM, Meira R. A SEM investigation of accessory foramina in the furcation areas of primary molars. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, 2003, 27: 157-161.
139. de Almeida AP, Souza MA, Miyagaki DC, Dal Bello Y, Cecchin D, Farina AP. Comparative Evaluation of Calcium Hypochlorite and Sodium Hypochlorite Associated with Passive Ultrasonic Irrigation on Antimicrobial Activity of a Root Canal System Infected with *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 2014, 40: 1953-1957.
140. Gowda L, Das UM. Effect of Various Concentrations of Sodium Hypochlorite on Primary Dentin: An in vitro Scanning Electron Microscopic Study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2012, 37: 37-43.
141. Radcliffe CE, Potouridou L, Qureshi R, Hababbeh N, Qualtrough A, Worthington H, Drucker DB. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, 2004, 37: 438-446.
142. Görduysus M, Küçükkaya S, Bayramgil NP, Görduysus MÖ. Evaluation of the effects of two novel irrigants on intraradicular dentine erosion, debris and smear layer removal. *Restorative dentistry & endodontics*, 2015, 40: 216-222.
143. Agrawal V, Kapoor S, Agrawal I. Critical Review on Eliminating Endodontic Dental Infections Using Herbal Products. *Journal of Dietary Supplements*, 2017, 14: 229-240.
144. Miranda RG, Santos EB, Souto RM, Gusman H, Colombo AP. Ex vivo antimicrobial efficacy of the EndoVac system plus photodynamic therapy associated

with calcium hydroxide against intracanal *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, 2013, 46: 499-505.

145. Kuvvetli SS, Sandalli N, Topcuoglu N, Kulekci G. Antibacterial efficacy of diode and Er:YAG laser irradiation in experimentally contaminated primary molar root canals. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2009, 34: 43-48.

146. Queiroz AM, Nelson-Filho P, Silva LA, Assed S, Silva RA, Ito IY. Antibacterial activity of root canal filling materials for primary teeth: zinc oxide and eugenol cement, Calen paste thickened with zinc oxide, Sealapex and EndoREZ. *Brazilian Dental Journal*, 2009, 20: 290-296.

147. Nagayoshi M, Kitamura C, Fukuizumi T, Nishihara T, Terashita M. Antimicrobial effect of ozonated water on bacteria invading dentinal tubules. *J Endod*, 2004, 30: 778-781.

148. Thomas S, Asokan S, John B, Priya G, Kumar S. Comparison of Antimicrobial Efficacy of Diode Laser, Triphala, and Sodium Hypochlorite in Primary Root Canals: A Randomized Controlled Trial. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 2017, 10: 14-17.

149. Tulsani SG, Chikkanarasaiah N, Bethur S. An in vivo comparison of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite and Biopure MTAD™ against enterococcus faecalis in primary teeth: A qPCR study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2014, 39: 30-34.

150. Purakkal AT, Peedikayil FC, Shibuvardhanan Y, Chandru T, Kottayi S, Srikant N. Comparison of smear layer removal by MTAD, TetraClean, QMix, NaOCL, coconut water, and saline as irrigating solutions in primary teeth: An *in vitro* study. *Journal of dental research and review*, 2020, 7: 97.

151. Toyota Y, Yoshihara T, Hisada A, Yawaka Y. Removal of smear layer by various root canal irrigations in primary teeth. *Pediatric dental journal*, 2017, 27: 8-13.

152. Goztas Z, Onat H, Tosun G, Sener Y, Hadimli HH. Antimicrobial effect of ozonated water, sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in primary molar root canals. *European Journal of Dentistry*, 2014, 8: 469-474.
153. Canoglu H, Tekcicek MU, Cehreli ZC. Comparison of conventional, rotary, and ultrasonic preparation, different final irrigation regimens, and 2 sealers in primary molar root canal therapy. *Pediatric Dentistry*, 2006, 28: 518-523.
154. Ahmed H. Anatomical challenges, electronic working length determination and current developments in root canal preparation of primary molar teeth. *International Endodontic Journal*, 2013, 46: 1011-1022.
155. Barr E, Kleier D, Barr N. Use of nickel-titanium rotary files for root canal preparation in primary teeth. *Pediatric Dentistry*, 2000, 22: 77-78.
156. Dametto FR, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 2005, 99: 768-772.
157. Estrela C, Estrela CR, Decurcio DA, Hollanda AC, Silva JA. Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. *International Endodontic Journal*, 2007, 40: 85-93.
158. Krause TA, Liewehr FR, Hahn CL. The antimicrobial effect of MTAD, sodium hypochlorite, doxycycline, and citric acid on *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 2007, 33: 28-30.
159. Zapata RO, Bramante CM, de Moraes IG, Bernardineli N, Gasparoto TH, Graeff MS, Campanelli AP, Garcia RB. Confocal laser scanning microscopy is appropriate to detect viability of *Enterococcus faecalis* in infected dentin. *Journal of Endodontics*, 2008, 34: 1198-1201.

160. Kuştarci A, Sümer Z, Altunbaş D, Koşum S. Bactericidal effect of KTP laser irradiation against *Enterococcus faecalis* compared with gaseous ozone: an ex vivo study. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 2009, 107: 73-79.
161. Mercade M, Duran-Sindreu F, Kuttler S, Roig M, Durany N. Antimicrobial efficacy of 4. 2% sodium hypochlorite adjusted to pH 12, 7. 5, and 6. 5 in infected human root canals. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 2009, 107: 295-298.
162. Agarwal S, Tyagi P, Deshpande A, Yadav S, Jain V, Rana KS. Comparison of antimicrobial efficacy of aqueous ozone, green tea, and normal saline as irrigants in pulpectomy procedures of primary teeth. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 2020, 38: 164.
163. Elheeny AAH. *Allium sativum* extract as an irrigant in pulpectomy of primary molars: A 12-month short-term evaluation. *Clinical and experimental dental research*, 2019, 5: 420-426.
164. Valera MC, Maekawa LE, de Oliveira LD, Jorge AO, Shygei É, Carvalho CA. *In vitro* antimicrobial activity of auxiliary chemical substances and natural extracts on *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis* in root canals. *Journal of applied oral science*, 2013, 21: 118-123.
165. Dornelles-Morgental R, Guerreiro-Tanomaru JM, de Faria-Júnior NB, Hungaro-Duarte MA, Kuga MC, Tanomaru-Filho M. Antibacterial efficacy of endodontic irrigating solutions and their combinations in root canals contaminated with *Enterococcus faecalis*. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 2011, 112: 396-400.

166. Friedman M. Overview of antibacterial, antitoxin, antiviral, and antifungal activities of tea flavonoids and teas. *Molecular Nutrition & Food Research*, 2007, 51: 116-134.
167. Koech K, Wachira F, Ngure R, Wanyoko J, Bii C, Karori S, Kerio L. Antioxidant, antimicrobial and synergistic activities of tea polyphenols. *African Crop Science Journal*, 2014, 22: 837-846.
168. Fakheri BA, Bagheri S, Mahdi Nezhad N. Comparison of Antimicrobial and Antioxidant Activities of Four Different Tea Extracts. *Journal of medical microbiology and infectious diseases*, 2015, 3: 57-61.
169. Moghadam HD, Sani AM, Sangatash MM. Inhibitory effect of *Helichrysum arenarium* essential oil on the growth of food contaminated microorganisms. *Journal of essential oil bearing plants*, 2014, 17: 911-921.
170. Babotă M, Mocan A, Vlase L, Crișan O, Ielciu I, Gheldiu AM, Vodnar DC, Crișan G, Păltinean R. Phytochemical Analysis, Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Helichrysum arenarium* (L.) Moench. and *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. Flowers. *Molecules*, 2018, 23.
171. Kutluk I, Aslan M, Orhan I, Özçelik B. Antibacterial, antifungal and antiviral bioactivities of selected *Helichrysum* species. *South african journal of botany*, 2018, 119: 252-257.
172. Albayrak S, Aksoy A, Sagdic O, Budak U. Phenolic compounds and antioxidant and antimicrobial properties of *Helichrysum* species collected from eastern Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Biology*, 2010, 34: 463-473.
173. Guerreiro-Tanomaru JM, Morgental RD, Flumignan DL, Gasparini F, Oliveira JE, Tanomaru-Filho M. Evaluation of pH, available chlorine content, and antibacterial activity of endodontic irrigants and their combinations against *Enterococcus faecalis*.

Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics, 2011, 112: 132-135.

174. Mohanty S, Ramesh S, Muralidharan N. Antimicrobial efficacy of apple cider vinegar against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*: An *in vitro* study. *Journal of Advanced Pharmacy Education&Research*, 2017, 7.

175. Oliveira SA, Zambrana JR, Iorio FB, Pereira CA, Jorge AO. The antimicrobial effects of *Citrus limonum* and *Citrus aurantium* essential oils on multi-species biofilms. *Brazilian oral research*, 2014, 28: 22-27.

176. Fisher K, Phillips C. *In vitro* inhibition of vancomycin-susceptible and vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* and *E. faecalis* in the presence of citrus essential oils. *British Journal of Biomedical Science*, 2009, 66: 180-185.

177. Ezzat S. *In vitro* inhibition of *Candida albicans* growth by plant extracts and essential oils. *World journal of microbiology and biotechnology*, 2001, 17: 757-759.

178. Silva N, Alves S, Gonçalves A, Amaral JS, Poeta P. Antimicrobial activity of essential oils from Mediterranean aromatic plants against several foodborne and spoilage bacteria. *Food Science and Technology International*, 2013, 19: 503-510.

179. Niu W, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *International Endodontic Journal*, 2002, 35: 934-939.

180. Spanó JCE, Silva RG, Guedes DFC, Sousa-Neto MD, Estrela C, Pécora JDJoe. Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. 2009, 35: 727-730.

181. Candeiro GT, Matos IB, Costa CF, Fonteles CS, Vale MS. A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with apple vinegar and sodium

hypochlorite associated with EDTA. *Journal of applied oral science*, 2011, 19: 639-643.

182. Spanó JC, Silva RG, Guedes DF, Sousa-Neto MD, Estrela C, Pécora JD. Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. *Journal of endodontics*, 2009, 35: 727-730.

183. Scelza MF, Pierro V, Scelza P, Pereira M. Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on smear layer removal. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 2004, 98: 499-503.

184. Haznedaroğlu F. Efficacy of various concentrations of citric acid at different pH values for smear layer removal. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 2003, 96: 340-344.

185. Ulusoy Ö, Görgül G. Effects of different irrigation solutions on root dentine microhardness, smear layer removal and erosion. *Australian endodontic journal*, 2013, 39: 66-72.

186. Carvalho AS, Camargo CH, Valera MC, Camargo SE, Mancini MN. Smear layer removal by auxiliary chemical substances in biomechanical preparation: a scanning electron microscope study. *Journal of Endodontics*, 2008, 34: 1396-1400.

187. Menezes AC, Zanet CG, Valera MC. Smear layer removal capacity of disinfectant solutions used with and without EDTA for the irrigation of canals: a SEM study. *Pesquisa odontologica brasileira*, 2003, 17: 349-355.

EKLER

EK-1 ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	: Semih Ercan AKGÜN
Doğum Tarihi	: 02.10.1989
Doğum Yeri	: Gemlik/BURSA
Uyruğu	: T.C.
Adres	: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Ana Bilim Dalı, 53100, Rize
Tel	: 0464 222 00 00-01
Fax	: 0464 222 00 02
Email	: semihercan.akgun@erdogan.edu.tr
Eğitim	
Lise	: Gemlik Celal Bayar Anadolu Lisesi (2007)
Lisans	: Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2009-2014)
Uzmanlık	: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2017-2021)
Yabancı dil bilgisi	
İngilizce	

EK-2 ETİK KURUL ONAY FORMU



T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı



Sayı : 40465587-050.01.04-28
Konu : Etik Kurul

21.02.2020

Sayın Dr. Öğr. Üyesi İpek ARSLAN

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz “Çeşitli Bitki Özütlерinin Ve Sirkenin Süt Dişı Kanal İrigasyonunda Kullanımlarının Değerlendirilmesi” isimli başvurunuz etik kurulumuz yönergesine göre 06.02.2020 tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, 2020/17 karar numarası ile bilimsel ve etik yönden uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim.

 e-imzalıdır
Prof. Dr. Hüseyin Ayni UYDU
Başkan

Tel : Fax :

Bilgi : BURAK HANKAYA

Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanuna göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Kodu : D157CD6F-74CE-4C39-A487-71572CB74B57 - <http://ebys.erdogan.edu.tr/EBYS/eimzadogrulama>



EK-3. BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU



**RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ DIŞ HEKİMLİĞİ
FAKÜLTESİ
BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU**

Araştırma Projesinin Adı:

‘Çeşitli bitki özütlerinin ve sirkenin süt dişi kanal irigasyonunda kullanımlarının değerlendirilmesi’

Sorumlu Araştırmacının Adı: Dr. Öğretim Üyesi İpek ARSLAN
Diğer Araştırmacıların Adı : Araş. Gör. Dt. Semih Ercan AKGÜN

‘Çeşitli bitki özütlerinin ve sirkenin süt dişi kanal irigasyonunda kullanımlarının değerlendirilmesi’ isimli, bilimsel bir araştırmada yer almak üzere için davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapıldığını, sizinle ilgili bilgilerin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neler içerdiğini bilmeniz önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırın. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

Çalışmanın amaçları ve dayanağı nelerdir, benden başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?

Araştırmanın amacı; bazı bitki türlerinin süt dişi kök kanal enfeksiyonlarından sıklıkla izole edilen üç mikroorganizmaya karşı gösterdikleri antimikrobiyal etkinliği incelemek ve kanal yıkama solüsyonu olarak kullanıldıklarında smear ve artıkları uzaklaştırma etkinliklerini değerlendirmektir.

Çalışmada Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Kliniği’ne başvuran süt dişlerine çekim endikasyonu konmuş pediatrik hasta grubundan elde edilen 240 adet çekilmiş dişin kullanılması planlanmaktadır.

Hastalar diş hekimi tarafından muayene edilecektir; abse, enflamasyon, iç/dış rezorpsiyon vb. durumlarda çekim endikasyonu konulan dişler işlemiden sonra kullanılacaktır.

Bu çalışmaya katılmalı mıyım?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Eğer katılmaya karar vererseniz bu yazılı bilgilendirilmiş olur formu imzalanmak için size verilecektir. Şu anda bu formu imzalasanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmaya onay vermemekte özgürsünüz. Aynı şekilde çalışmayı yürüten doktor sizin verilerinizin çalışma için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir.

Bu çalışmaya katılmamanın maliyeti nedir?

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?

Çalışmada doktorunuz kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır. Çalışmanın sonunda, bu bilgiler hakkında bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde (yerli/yabancı) yayınlanabilecektir; ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır. İzleyiciler, yoklama yapan kişiler, Etik Kurul, Sağlık Bakanlığı ve diğer ilgili sağlık otoriteleri orijinal tıbbi kayıtlarınıza doğrudan erişebilir. Bu yazılı bilgilendirilmiş gönüllü olur formunu imzalayarak yalnızca adı geçen kişi ve kurumlara erişim izni vermiş olacaksınız. Ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacak, kamuoyuna açıklanamayacak; araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi kimliğiniz gizli kalacaktır.

Daha fazla bilgi, yardım ve iletişim için kime başvurabilirim?

Çalışma ile ilgili bir sorunuz olduğunda ya da çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI : İpek ARSLAN
GÖREVİ : Dr. Öğretim Üyesi

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

RTE Üni. Dış Hek. Fakültesi Dr. Öğretim Üyesi İpek ARSLAN ve RTE Üni. Dış Hek. Fakültesi Araş. Gör. Dt. Semih Ercan AKGÜN tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma sırasında bir sorun ile karşılaştığımda; Dr. Öğretim Üyesi İpek ARSLAN ve Araş. Gör. Dt. Semih Ercan AKGÜN ‘ü RTE Üni. Dış Hek. Fakültesinde bulabileceğimi biliyorum. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı ve verilerimin bilimsel çalışmada kullanılmasını kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcının velisinin
Adı, Soyadı:
Adres:
Tel:
İmza:
Tarih:

Katılımcı ile görüşen hekimin
Adı Soyadı, unvanı:
Adres:
Tel:
İmza:
Tarih: