

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**  
**KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MTA FİLLAPEX® KANAL DOLGU PATININ ANTİMİKROBİYAL**  
**ETKİNLİĞİNİN VE DENTİN TÜBÜLLERİNE PENETRASYONUNUN**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Ali TÜRKYILMAZ**

**ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Ali ERDEMİR**

**2015 - KIRIKKALE**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MTA FİLLAPEX® KANAL DOLGU PATININ ANTİMİKROBİYAL  
ETKİNLİĞİNİN VE DENTİN TÜBÜLLERİNE PENETRASYONUNUN  
DEĞERLENDİRİLMESİ

Ali TÜRKYILMAZ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ali ERDEMİR

Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından  
2012/94 no'lu Proje İle Desteklenmiştir.

2015 – KIRIKKALE

Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Endodonti Anabilim Dalı Doktora Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 30 / 09 / 2015

İmza

Prof. Dr. Sema BELLİ

Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Başkanı

İmza

Prof. Dr. Ali ERDEMİR

Kırıkkale Üniversitesi, Diş Hekimliği  
Fakültesi

Danışman

İmza

Prof. Dr. Burak SAĞSEN

Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği  
Fakültesi

Üye

İmza

Prof. Dr. H. Ebru OLGUN ERDEMİR

Kırıkkale Üniversitesi, Diş Hekimliği  
Fakültesi

Üye

İmza

Yrd.Doç. Dr. Erdal ÖZCAN

Kırıkkale Üniversitesi, Diş Hekimliği  
Fakültesi

Üye

## İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	II
İçindekiler	III
Önsöz	VI
Simgeler ve Kısaltmalar	VII
Şekiller	IX
Tablolar	XIV
Çizelgeler	XV
ÖZET	1
SUMMARY	4
1 GİRİŞ.....	7
1.1 Kök Kanal Sistemi ve Anatomisi .....	9
1.1.1 Dentin.....	10
1.2 Kök Kanal Mikrobiyolojisi .....	14
1.2.1 Kök Kanalında Enfeksiyonun Oluşum Yolları .....	14
1.2.2 Endodontik Enfeksiyon Çeşitleri .....	16
1.2.3 Endodontik Mikrofloranın Yapısı ve Çeşitliliği .....	18
1.2.4 Stafilokoklar.....	20
1.2.5 Enterokoklar.....	24
1.2.6 Mantarlar .....	29
1.3 Dentin Kolonizasyonu ve Enfeksiyonu.....	36
1.4 Biyofilm Tabakası .....	37
1.5 Smear Tabakası .....	39
1.6 Kök Kanal İrrigasyonu .....	42
1.6.1 Kök Kanal İrrigasyonunun Yararları .....	42
1.6.2 Sodyum Hipoklorit (NaOCl).....	44

1.6.3	Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA) .....	47
1.7	Kök Kanallarının Doldurulması .....	50
1.7.1	Lateral Kondenzasyon Yöntemi.....	50
1.7.2	Geniş Açılı Tek Kon Yöntemi .....	51
1.8	Kanal Dolgu Patları .....	52
1.8.1	Kanal Dolgu Patlarının Sınıflandırılması.....	53
1.8.2	Kanal dolgu Patlarının Dentin Tübüllerine Penetrasyonu .....	59
1.8.3	Kanal Dolgu Patlarındaki Güncel Gelişmeler.....	62
1.9	Mineral Trioksit Aggregate .....	63
1.9.1	MTA'ın Fizikokimyasal Özellikleri.....	63
1.9.2	MTA'ın Antibakteriyel ve Antifungal Özellikleri .....	64
1.9.3	MTA'ın Biyoaktivitesi ve Biyouyumu .....	66
1.9.4	MTA'ın Hidrasyonu.....	66
1.9.5	MTA'ın Kanal Dolgu Patı Olarak Kullanılması .....	67
1.10	MTA Fillapex Kanal Dolgu Patı .....	70
1.11	Amaç .....	73
2	GEREÇ VE YÖNTEM .....	74
2.1	Test Edilen Mikroorganizmalar ve Elde Edilmeleri .....	78
2.2	Agar Difüzyon Testi (ADT).....	79
2.2.1	İnhibisyon Alanlarının Değerlendirilmesi.....	81
2.3	Direkt Kontakt Test.....	81
2.4	Dentin Tübüllerine Penetrasyonun Değerlendirilmesi .....	84
2.4.1	Örneklerin Hazırlanması .....	84
2.4.2	Kök Kanallarının Doldurulması.....	85
2.4.3	Örnek Kesitlerin Hazırlanması.....	86

2.4.4	İstatistiksel Analiz.....	88
3	BULGULAR .....	89
3.1	Agar Difüzyon Teste Ait Bulgular .....	89
3.1.1	<i>S. aureus</i> 'a Ait Bulgular.....	89
3.1.2	<i>E. faecalis</i> 'e Ait Bulgular.....	94
3.1.3	<i>C. albicans</i> 'a Ait Bulgular .....	98
3.2	Direkt Kontakt Teste Ait Bulguları .....	102
3.2.1	<i>S. aureus</i> 'a Ait Bulgular .....	102
3.2.2	<i>E. faecalis</i> 'e Ait Bulgular.....	106
3.2.3	<i>C. albicans</i> 'a Ait Bulgular .....	110
3.3	Dentin Tübül Penetrasyon Bulguları .....	114
4	TARTIŞMA VE SONUÇ.....	151
5	KAYNAKLAR.....	171
6	ÖZGEÇMİŞ.....	205

## ÖNSÖZ

Doktora eğitimim ve tez çalışmam süresince öncelikle bilgi ve tecrübelerini özveriyle paylaşan, tezimin her aşamasında yoluma ışık tutan, hoşgörüsü ve sabrıyla beni yüreklendiren danışman hocam Prof. Dr. Ali ERDEMİR'e,

Tez izleme komitesindeki değerli hocalarım Prof. Dr. Ebru OLGUN ERDEMİR ve Yrd. Doç Dr. Erdal ÖZCAN'a,

Laboratuvar çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen KÜBTAL çalışanlarına,

SEM fotoğraflarının çekimindeki yardımları için Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi'ne,

Zorlu çalışma temposunda desteklerini hep hissettirdikleri için çalışma arkadaşlarıma,

Çalışmamıza verdiği mali destek için KKU Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimine,

Eğitim ve öğrenim hayatımda destek ve ilgilerini her daim hissettiren canım aileme ve doğumlarıyla hayatımıza neşe katan biricik yeğenlerim Beril ve Çağan KARABAŞ'a sonsuz şükranlarımı sunarım...

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>ADT</b>	: Agar difüzyon test
<b>ATCC</b>	: American Type Culture Collection
<b>Ca<sup>++</sup></b>	: İki değerlikli kalsiyum
<b><i>C. albicans</i></b>	: Candida albicans
<b>CFU</b>	: Koloni oluşturma birimi
<b>CHX</b>	: Klorheksidin
<b>CRCS</b>	: Calciobiotik root canal sealer
<b>C<sub>2</sub>S</b>	: Dikalsiyum silikat
<b>C<sub>3</sub>A</b>	: Trikalsiyum alüminat
<b>C<sub>4</sub>AF</b>	: Tetrakalsiyum alüminoferrit
<b>DKT</b>	: Direkt kontakt test
<b>EDTA</b>	: Ethylenediamine Tetra-asetic asit
<b>EDTAC</b>	: Ethylenediamine Tetra-acetic acid + Cetavlon solutions
<b><i>E. faecalis</i></b>	: Enterococcus faecalis
<b>HMT</b>	: Heksametilentetramin
<b>Ig</b>	: Immunoglobulin
<b>IRM</b>	: Intermediate Restorative Material
<b>kV</b>	: Kilovolt
<b>Mg<sup>++</sup></b>	: İki değerlikli magnezyum
<b>MTA</b>	: Mineral Trioksit Aggregate



<b>MTAD</b>	: Mineral Trioksit Aggregate + Doxycycline Hyclate
<b>ml</b>	: Mililitre
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>NaOCl</b>	: Sodyum Hipoklorit
<b>nm</b>	: Nanometre
<b>OD</b>	: Optik yoğunluk
<b>PCR</b>	: Polimeraz zincir reaksiyonu
<b>REDTA</b>	: Roth's Ethylenediamine Tetra-asetik asit
<b><i>S. aureus</i></b>	: Stafilococcus aureus
<b>SEM</b>	: Taramalı Elektron Mikroskobu
<b>SPSS</b>	: Statistical Package for the Social Sciences
<b>TEM</b>	: Transmisyon elektron mikroskobu
<b>%</b>	: Yüzde
<b>°C</b>	: Santigrad derece
<b>µL</b>	: Mikrolitre

## ŞEKİLLER

Şekil 2.1 Çalışmada kullanılan AH 26 kanal dolgu patı .....	76
Şekil 2.2 Çalışmada kullanılan AH Plus kanal dolgu patı .....	76
Şekil 2.3 . Çalışmada kullanılan RealSeal kanal dolgu patı.....	77
Şekil 2.4 Çalışmada kullanılan MTA Fillapex kanal dolgu patı.....	77
Şekil 2.5 Mikrobiyolojik güvenlik kabini .....	78
Şekil 2.6 Çalışmada kullanılan Müller-Hinton agar ve Sabouraud agar.....	79
Şekil 2.7 Steril edilmiş çözelti halindeki agar besiyeri .....	80
Şekil 2.8 Petrilere oluşturulan çukurlara kanal dolgu patının uygulanması .....	81
Şekil 2.9 Kanal dolgu patlarının uygulandığı pleytler .....	82
Şekil 2.10 Ölçüm için hazırlanan pleytler.....	83
Şekil 2.11 Çalışmada kullanılan mikropleyt spektrofotometri cihazı.....	83
Şekil 2.12 Vertikal kesitle ikiye ayrılmış diş örneği .....	86
Şekil 2.13 Altın palladyum kaplanan diş örneği .....	87
Şekil 2.14 Çalışmada kullanılan taramalı elektron mikroskobu cihazı.....	88
Şekil 3.1 <i>S. aureus</i> ekili besiyerinde AH 26 kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı. ....	91
Şekil 3.2 <i>S. aureus</i> ekili besiyerinde AH Plus kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı .....	91
Şekil 3.3 <i>S. aureus</i> ekili besiyerinde RealSeal kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı. ....	92
Şekil 3.4 <i>S. aureus</i> ekili besiyerinde MTA Fillapex kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı. ....	92
Şekil 3.5 <i>E. faecalis</i> ekili besiyerinde AH 26 kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı .....	95
Şekil 3.6 <i>E. faecalis</i> ekili besiyerinde AH Plus kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı .....	95
Şekil 3.7 <i>E. faecalis</i> ekili besiyerinde RealSeal kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı .....	96
Şekil 3.8 <i>E. faecalis</i> ekili besiyerinde MTA Fillapex kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı .....	96
Şekil 3.9 <i>C. albicans</i> ekili besiyerinde AH 26 kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı .....	99
Şekil 3.10 <i>C. albicans</i> ekili besiyerinde AH Plus kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı .....	99
Şekil 3.11 <i>C. albicans</i> ekili besiyerinde RealSeal kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı .....	100

Şekil 3.12 <i>C. albicans</i> ekili besiyerinde MTA Fillapex kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı .....	100
Şekil 3.13 1500X büyütmede smear tabakası kaldırılmamış pozitif kontrol grubundan alınan SEM görüntüsü. Yüzeyi kaplayan smear tabakası nedeniyle dentin tübülleri net olarak izlenememektedir .....	114
Şekil 3.14 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	115
Şekil 3.15 1500X büyütmede smear tabakası kaldırılmış negatif kontrol grubundan alınan SEM görüntüsü. Dentin tübülleri net olarak izlenebilmektedir.....	115
Şekil 3.16 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	116
Şekil 3.17 Lateral kondenzasyon tekniği ve AH 26 kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübülleri net olarak izlenebilmektedir (oklar) ve kök kanalının yüzeyi (yıldız) görülmektedir .....	123
Şekil 3.18 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	123
Şekil 3.19 Lateral kondenzasyon tekniği ve AH 26 kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübülleri net olarak izlenebilmektedir (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.....	124
Şekil 3.20 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	124
Şekil 3.21 Lateral kondenzasyon tekniği ve AH 26 kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübülleri net olarak izlenebilmektedir (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.....	125
Şekil 3.22 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	125
Şekil 3.23 Lateral kondenzasyon tekniği ve AH Plus kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübülleri net olarak izlenebilmektedir (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.....	126
Şekil 3.24 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	127
Şekil 3.25 Lateral kondenzasyon tekniği ve AH Plus kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübülleri net olarak izlenebilmektedir (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.....	127
Şekil 3.26 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	128
Şekil 3.27 Lateral kondenzasyon tekniği ve AH Plus kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübülleri net olarak izlenebilmektedir (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.....	128
Şekil 3.28 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	129
Şekil 3.29 Lateral kondenzasyon tekniği ve RealSeal kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.	

Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine homojen penetrasyonu ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir. ....	130
Şekil 3.30 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	130
Şekil 3.31 Lateral kondenzasyon tekniği ve RealSeal kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine homojen penetrasyonu ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir. ....	131
Şekil 3.32 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	131
Şekil 3.33 Lateral kondenzasyon tekniği ve RealSeal kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir. ....	132
Şekil 3.34 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	132
Şekil 3.35 Lateral kondenzasyon tekniği ve MTA Fillapex kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir. ....	133
Şekil 3.36 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	134
Şekil 3.37 Lateral kondenzasyon tekniği ve MTA Fillapex kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir. ....	134
Şekil 3.38 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	135
Şekil 3.39 Lateral kondenzasyon tekniği ve MTA Fillapex kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir. ....	135
Şekil 3.40 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	136
Şekil 3.41 Tek kon tekniği tekniği ve AH 26 kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine homojen penetrasyonu ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir. ....	137
Şekil 3.42 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	137
Şekil 3.43 Tek kon tekniği tekniği ve AH 26 kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) görülmektedir. ....	138

Şekil 3.44 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	138
Şekil 3.45 Tek kon tekniği ve AH 26 kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.....	139
Şekil 3.46 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	139
Şekil 3.47 Tek kon tekniği tekniği ve AH Plus kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine homojen penetrasyonu ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.....	140
Şekil 3.48 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	141
Şekil 3.49 Tek kon tekniği ve AH Plus kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.....	141
Şekil 3.50 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	142
Şekil 3.51 Tek kon tekniği ve AH Plus kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine homojen penetrasyonu görülmektedir.....	142
Şekil 3.52 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	143
Şekil 3.53 Tek kon tekniği ve RealSeal kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.....	144
Şekil 3.54 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	144
Şekil 3.55 Tek kon tekniği ve RealSeal kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.....	145
Şekil 3.56 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	145
Şekil 3.57 Tek kon tekniği ve RealSeal kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) görülmektedir.....	146
Şekil 3.58 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	146
Şekil 3.59 Tek kon tekniği ve MTA Fillapex kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.....	147
Şekil 3.60 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	148

Şekil 3.61 Tek kon tekniği ve MTA Fillapex kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) görülmektedir.	148
Şekil 3.62 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	149
Şekil 3.63 Tek kon tekniği ve MTA Fillapex kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) görülmektedir.	149
Şekil 3.64 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.....	150

## TABLULAR

Tablo 2-1 Çalışmada kullanılan kanal dolgu patları ve içerikleri .....	75
Tablo 3-1 Kanal dolgu patlarının <i>S. aureus</i> 'a karşı antibakteriyel etkinlik değerleri ...	89
Tablo 3-2 Kanal dolgu patlarının <i>E. faecalis</i> 'e karşı antibakteriyel etkinlik değerleri	94
Tablo 3-3 Kanal dolgu patlarının <i>C. albicans</i> 'a karşı antifungal etkinlik değerleri .....	98
Tablo 3-4 Farklı kanal dolgu teknikleri ile elde edilen dentin tübül penetrasyon ortalama ve standart sapmaları .....	116
Tablo 3-5 Farklı kanal dolgu patları ile elde edilen dentin tübül penetrasyon ortalama ve standart sapmaları .....	117
Tablo 3-6 Farklı kök kanal bölgelerinde elde edilen dentin tübül penetrasyon ortalama ve standart sapmaları .....	117
Tablo 3-7 Kanal dolgu tekniği ile kanal dolgu patlarının ikili karşılaştırmasına ait ortalama ve standart sapmaları .....	118
Tablo 3-8 Kanal dolgu tekniği ile kök kanal bölgelerinin ikili karşılaştırmasına ait ortalama ve standart sapmalar .....	119
Tablo 3-9 Kanal dolgu patları ile kök kanal bölgelerinin ikili karşılaştırmasına ait ortalama ve standart sapmalar .....	119
Tablo 3-10 Bölgelere göre kanal dolgu patlarının minimum ve maksimum penetrasyon değerleri .....	120
Tablo 3-11 Bölgelere göre kanal dolgu patlarının penetrasyon ortalama ve standart sapmaları.....	121

## ÇİZELGELER

Çizelge 3-1 Kanal dolgu patlarının <i>S. aureus</i> 'a karşı antibakteriyel etkinlik değerlerinin ölçüm zamanlarına göre değişimi.....	93
Çizelge 3-2 Kanal dolgu patlarının <i>E. faecalis</i> 'e karşı antibakteriyel etkinlik değerlerinin ölçüm zamanlarına göre değişimi.....	97
Çizelge 3-3 Kanal dolgu patlarının <i>C. albicans</i> 'a karşı antifungal etkinlik değerlerinin ölçüm zamanlarına göre değişimi .....	101
Çizelge 3-4 Yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarında 24 saatlik ölçüm sonunda <i>S. aureus</i> 'a karşı elde edilen OD ortalamaları .....	102
Çizelge 3-5 Yeni karıştırılmış kanal dolgu patları ile temas eden <i>S. aureus</i> 'un bakteriyel gelişimi. Kanal dolgu patları üzerinde işaretli her nokta ölçümlerin logaritmik dağılımında o saate ait ortalama optik yoğunluk (OD <sub>620</sub> ) değerini vermektedir.....	103
Çizelge 3-6 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patlarında 24 saatlik ölçüm sonunda <i>S. aureus</i> 'a karşı elde edilen OD ortalamaları .....	104
Çizelge 3-7 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patları ile temas eden <i>S. aureus</i> 'un bakteriyel gelişimi. Kanal dolgu patları üzerinde işaretli her nokta ölçümlerin logaritmik dağılımında o saate ait ortalama optik yoğunluk (OD <sub>620</sub> ) değerini vermektedir.....	105
Çizelge 3-8 Yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarında 24 saatlik ölçüm sonunda <i>E. faecalis</i> 'e karşı elde edilen OD ortalamaları.....	106
Çizelge 3-9 Yeni karıştırılmış kanal dolgu patları ile temas eden <i>E. faecalis</i> 'in bakteriyel gelişimi. Kanal dolgu patları üzerinde işaretli her nokta ölçümlerin logaritmik dağılımında o saate ait ortalama optik yoğunluk (OD <sub>620</sub> ) değerini vermektedir.....	107
Çizelge 3-10 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patlarında 24 saatlik ölçüm sonunda <i>E. faecalis</i> 'a karşı elde edilen OD ortalamaları.....	108
Çizelge 3-11 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patları ile temas eden <i>E. faecalis</i> 'in bakteriyel gelişimi. Kanal dolgu patları üzerinde işaretli her nokta ölçümlerin logaritmik dağılımında o saate ait ortalama optik yoğunluk (OD <sub>620</sub> ) değerini vermektedir.....	109
Çizelge 3-12 Yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarında 24 saatlik ölçüm sonunda <i>C. albicans</i> 'a karşı elde edilen OD ortalamaları .....	110
Çizelge 3-13 Yeni karıştırılmış kanal dolgu patları ile temas eden <i>C. albicans</i> 'ın fungal gelişimi. Kanal dolgu patları üzerinde işaretli her nokta ölçümlerin logaritmik dağılımında o saate ait ortalama optik yoğunluk (OD <sub>620</sub> ) değerini vermektedir .....	111



Çizelge 3-14 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patlarında 24 saatlik ölçüm sonunda <i>C. albicans</i> 'a karşı elde edilen OD ortalamaları .....	112
Çizelge 3-15 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patları ile temas eden <i>C. albicans</i> 'ın bakteriyel gelişimi. Kanal dolgu patları üzerinde işaretli her nokta ölçümlerin logaritmik dağılımında o saate ait ortalama optik yoğunluk ( $OD_{620}$ ) değerini vermektedir.....	113

## ÖZET

### **MTA Fillapex Kanal Dolgu Patının Antimikrobiyal Etkinliğinin ve Dentin Tübüllerine Penetrasyonunun Değerlendirilmesi**

Kök kanal tedavisinde kanal dolgu patları uzun yıllardan beri kullanılmakta ve gün geçtikçe çeşitlenmektedir. Bu çalışmamızda yakın geçmişte üretilen MTA içerikli kanal dolgu patı olan MTA Fillapex kanal dolgu patının antibakteriyel ve antifungal etkinliği ile birlikte kök kanal dentinindeki penetrasyon yeteneğinin incelenmesi amaçlandı. Bu çalışmada *S. aureus* (ATCC 6538), *E. faecalis* (ATCC 29212) ve *C. albicans* (ATCC 10231) mikroorganizmaları ve AH26, AH Plus (Dentsply, De Trey, Konstanz, Germany), RealSeal (SybronEndo, Orange, CA, USA), MTA Fillapex (Angelus Industria de Produtos Odontologicos S/A, Londrina, Brasil) kanal dolgu patları kullanıldı. Antimikrobiyal etkinlik agar difüzyon testi ve direkt kontakt testi ile değerlendirildi.

Agar difüzyon testte kanal dolgu patları sadece yeni karıştırılmış halde kullanıldı. Direkt kontakt testte ise hem yeni karıştırılmış hem de sertleşmiş formları ayrı ayrı test edildi. ADT için 48 adet Müller-Hinton agar pleyt kullanıldı. Pleytler üç mikroorganizma için 3 ana gruba ayrıldı. Sonra her grup 4 farklı pat için 4 alt gruba ayrıldı. Besiyeri olarak *S. aureus* ve *E. faecalis* için Müller- Hinton agar tercih edilirken *C. albicans* için Sabouraud agar kullanıldı. Her pleyte ilgili mikroorganizma ekimi yapıldıktan sonra agar üzerine 3 adet çukur açılarak ilgili kanal dolgu patı uygulandı. Her bir agar pleytte yalnız bir tür mikroorganizma ve yalnız bir tip pat olacak şekilde ayarlandı. Pleytler nemli ortamda 37°C'de saklandı. Oluşan inhibisyon alanlarından periyodik olarak 24. saat, 48. saat, 7. gün ve 10. gün ölçümler alınarak çapları kaydedildi. Normallik dağılımı testinde Kolmogorov-Smirnov testi kullanıldı. Normal dağılım gösteren verilerde ANOVA ve Tukey testi uygulandı.

Direkt kontakt testte 96 hücreli mikrotiter pleyt içerisine yeni karıştırılan kanal dolgu patları uygulandı. Öneriler doğrultusunda yaklaşık 20 dk sonra bakteriyel süspansiyon kanal dolgu patlarının üzerine eklendi. Hazırlanan pleytler nemli ortamda 37 °C’de 1 saat bekletilerek materyalin mikroorganizma ile doğrudan teması sağlandı. Daha sonra üzerlerine taze besiyeri eklenerek dikkatlice karıştırıldı. Bu pleytteki her hücreden 15’er µm karışım alınarak ikinci 96 hücreli mikrotiter pleytte hazırlanan taze besiyerlerinin üzerine eklendi. Ölçümler bu ikinci pleyt ile yapıldı. Optik yoğunluğu değerlendirmek için Microplate spectrophotometer (BioTek, PowerWave XS2) cihazı yardımıyla 24 saat içerisinde 16 farklı zamanda ölçüm alındı. Sertleşmiş grupta kanal dolgu patları karıştırıldı ve 24 saat sertleşmesine izin verildi. Sonra diğer işlemler yeni karıştırılmış formdaki sıra ile gerçekleştirildi. Aynı bir pleytte mikroorganizmalar kanal dolgu patları olmaksızın kültüre edildi ve pozitif kontrol grubu olarak ayrıldı. Verilerin değerlendirilmesinde tek yönlü ANOVA ve Tukey testi kullanıldı.

Çalışmada kanal dolgu patlarının penetrasyon derinliklerinin değerlendirildiği kısımda, 84 adet tek köklü gelişimini tamamlamış insan dişi kullanıldı. Bütün dişlerin kron kısımları mine sement sınırından dişin uzun aksına dik olarak kesilerek uzaklaştırıldı. Kanal boyları belirlendikten sonra ProTaper® (Dentsply, De Trey, Konstanz, Germany) egeler kullanılarak genişletildi. İki kök kanalı pozitif kontrol grubu olarak belirlendi. 82 kök kanalı smear tabakasını uzaklaştırmak için NaOCl ve EDTA kullanılarak irrigate edildi. Bunlardan iki kök kanalı negatif kontrol grubu olarak ayrıldı. Ardından 80 kök kanalında dehidratasyonu sağlamak için dişler sırasıyla %80’lik %90’lık ve %100’lük alkol solüsyonları içerisinde 1’er saat bekletildi. Dişler, her grupta 20 diş olacak şekilde rastgele 4 gruba ayrıldı. Her gruptaki dişlerin yarısı (n=10) geniş açılı tek kon tekniğiyle, diğer yarısı da soğuk lateral kondensasyon tekniğiyle dolduruldu. Hazırlanan örnekler, kanal dolgu patlarının tamamen sertleşmesi için 2 hafta boyunca 37°C’de %100 nemli ortamda bekletildi. Daha sonra örnekler SEM analizi için hazırlandı. Koronal, orta ve apikal üçtebir alanlardan penetrasyon görüntüleri tespit edilerek X500, X1000, X1500, X2500 büyütmede fotoğraflandı. Patlara ait maksimum ve minimum penetrasyon ölçümleri bilgisayar ortamında belirlenerek

görüntüler üzerinde kaydedildi. İstatistik analizinde ANOVA ve post hoc Tukey ve Dunnett testleri kullanıldı.

ADT’te *S. aureus*’a karşı en yüksek antibakteriyel etkiyi AH 26 ve RealSeal kanal dolgu patları gösterirken en düşük etki MTA Fillapex kanal dolgu patında gözlemlendi. *E. faecalis*’e karşı en yüksek antibakteriyel etkiyi AH 26 kanal dolgu patı gösterirken en düşük etkiyi AH Plus kanal dolgu patı göstermiştir. *C. albicans*’a karşı en yüksek antifungal etkiyi AH 26 kanal dolgu patı gösterirken en düşük etkiyi AH Plus kanal dolgu patı göstermiştir.

DKT’te yeni karıştırılmış kanal dolgu patları tüm bakteri gruplarında 24 saat boyunca antimikrobiyal etkinliğini korurken, 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patlarında AH Plus kanal dolgu patının tüm mikroorganizmalara karşı 8. saatten sonra antimikrobiyal etkinliği azaldı. AH 26 kanal dolgu patı da yine benzer şekilde sadece *C. albicans*’a karşı 10. saatten sonra antimikrobiyal etkinlik kaybı göstermiştir.

İstatistiksel olarak anlamlı fark olmamakla birlikte en yüksek penetrasyon ortalaması RealSeal kanal dolgu patında bulunurken en düşük penetrasyon ortalamasının AH Plus kanal dolgu patına ait olduğu belirlendi ( $p=0.416$ ). MTA Fillapex kanal dolgu patı ADT’te diğer kanal dolgu patlarına karşı benzer antimikrobiyal etkinlik gösterdi. RealSeal ve MTA Fillapex kanal dolgu patları DKT süresince diğer kanal dolgu patlarına göre daha tutarlı antimikrobiyal etki gösterdi. SEM analizinde penetrasyon yeteneği test edilen diğer materyallerle benzerdi.

Sonuç olarak, MTA Fillapex kanal dolgu patı endodontide iyi bir alternatif olabileceği mümkün görülmektedir. Ancak fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ilgili daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** Agar Difüzyon Test, Antimikrobiyal Etkinlik, Direkt Kontakt Test, Penetrasyon, Taramalı Elektron Mikroskobu

## SUMMARY

### **The Evaluation of Antimicrobial Activity and Dentinal Tubule Penetration of MTA Fillapex Root Canal Sealer**

Root canal sealers have been used for many years in root canal treatment and have been diversified day by day. In this study it was aimed to investigate the antibacterial and antifungal activity of recently produced MTA containing MTA Fillapex root canal sealer and its penetration ability inside the root canal dentin. In the study *S. aureus* (ATCC 6538), *E. faecalis* (ATCC 29212) and *C. albicans* (ATCC 10231) microorganisms and AH26, AH Plus (Dentsply, De Trey, Konstanz, Germany), RealSeal (SybronEndo, Orange, CA, USA), MTA Fillapex (Angelus Industria de Produtos Odontologicos S/A, Londrina, Brasil) root canal sealers were used. Antimicrobial activity was evaluated using the agar diffusion test and direct contact test.

Root canal sealers were used only as a fresh mixed form in agar diffusion test. Both fresh mixed form and set form of the root canal sealers were tested in direct contact test respectively. 48 Muller-Hinton plates were used for ADT. All plates were divided 3 groups for 3 microorganisms. Then each group was divided 4 subgroup for 4 different root canal sealers. Muller-Hinton agar was preferred as medium for *S. aureus* and *E. faecalis*, Sabouraud agar was used for *C. albicans*. After cultivation of microorganisms on every plate, 3 wells were formed on the agar surface and relevant root canal sealer was applied. Only one type of microorganism and root canal sealer were set to each agar plate. The plates were preserved at 37°C in humid environment. The diameter of the established inhibition zones were measured and recorded at 24. hour, 48. hour, 7. day and 10. day periodically. Kolmogorov-Smirnov test was used to test the normality of distribution. ANOVA and Tukey's test was applied to the data in normal distribution.

In direct contact test, fresh mixed root canal sealers were applied on the 96 wells microtiter plates. According to recommendations bacterial suspension was added on the root canal sealer surface about 20 minutes later. The prepared plates were stored at 37°C in humid environment during 1 hour and ensured the direct contact between test materials and microorganisms. Then fresh broth was added on each well and gently mixed. 15 µm mixture was taken from the each well of the first microtiter plate, then added to second microtiter plate that contains fresh broth in its each well respectively. The second plate was used for optical density determinations. To determine the optical density the microplate spectrophotometer was used (BioTek, PowerWave XS2) for 16 different evaluation time in 24 hours. In the set form group, the root canal sealers were mixed and waited 24 hours for completely set. Other processes were applied similarly with freshly mixed form group. In a different microplate microorganisms were cultivated without root canal sealers and served as positive control group. One way ANOVA and Tukey test were used for analysing the data.

In the study the part of the evaluation of the root canal sealers penetration, 84 recently extracted with single canal and straight mature root human teeth were used. All teeth were decoronated perpendicular to the long axis. After the canal lengths were determined, the root canals were prepared using ProTaper® Sx-F4 files (Dentsply, De Trey, Konstanz, Germany). The two root canals were served as positive control. Eighty two root canals were irrigated using NaOCl and EDTA for removing the smear layer. Again two root canals were served as negative control. Then eighty root canals were immersed in %80, %90, %100 rational alcohol solutions respectively to obtain dehydration for one hour. The teeth were randomly divided 4 group include 20 teeth in each group. In each group half of teeth (n = 10) were filled using single cone technique and the other half was filled using cold lateral condensation technique. The prepared samples were stored at 100% humidity environment at 37 °C for 2 weeks for complete setting of root canal sealers. Then the samples were prepared for SEM analysis. The penetration images were determined from coronal, middle and apical one-third areas and microphotographs were taken at X500, X1000, X1500, X2500 magnifications. The maximum and minimum

penetration depths of sealers were defined and recorded on images. ANOVA and post hoc Tukey and Dunnett tests were used in statistical analysis.

AH 26 and RealSeal root canal sealers showed the highest and MTA Fillapex showed the lowest antibacterial effect against *S. aureus* in ADT. AH 26 root canal sealer showed the highest antibacterial effect against *E. faecalis* and AH Plus showed the lowest. AH 26 root canal sealer showed the highest antifungal effect against *C. albicans* and AH Plus root canal sealer showed the lowest effect.

In DCT, while the fresh mixed root canal sealer groups were maintained the antibacterial activity in all microorganism species, in the set form root canal sealer groups, the antimicrobial activity of AH Plus root canal sealer decreased after 8. hour against all microorganisms. Similar to AH Plus root canal sealer, antimicrobial activity of AH 26 root canal sealer decreased after 10. hour against *C. albicans*.

Although there were no statistical differences between the root canal sealers it was defined that RealSeal root canal sealer showed maximum, AH Plus root canal sealer showed minimum penetration average ( $p=0.416$ ). MTA Fillapex root canal sealer showed the same antimicrobial activity against the other root canal sealers in ADT. RealSeal and MTA Fillapex root canal sealers showed more stable antimicrobial effect than the other root canal sealers during the DCT. In the SEM analysis it's penetration ability was similar with other test materials.

As a result, it seems to be possible that MTA Fillapex root canal sealer can be a good alternative in endodontics. However more research is needed on it's physical and chemical properties.

**Keywords:** Agar Diffusion Test, Antimicrobial Activity, Direct Contact Test, Penetration, Scanning Electron Microscope

# 1 GİRİŞ

Endodonti, diş hekimliği alanında dental pulpanın korunması, hastalık ve yaralanmalarının teşhisi ve tedavisi ile ilgili bir uzmanlık alanıdır. Kök kanal tedavileri, vital pulpa tedavileri, rejeneratif pulpa tedavileri, dental travma tedavileri, endodontik cerrahi, dişlerin ağartılması, horizontal ve vertikal kırık tedavileri, internal ve eksternal kök rezorbsiyonlarının tedavisi endodonti biliminin ilgi alanlarıdır. Endodontik tedaviler içerisinde en geniş yeri kök kanal tedavisi almaktadır. Kök kanal tedavisi dişi ağızda tutmak için güvenli ve etkili bir yoldur.

Endodontik tedavinin en önemli unsuru mikroorganizmalardır. Mikroorganizmalar ve ürünleri dentinal, pulpal ve periapikal patolojilerin temel etiyolojik etkenleridir (Kakehashi ve ark. 1965, Brannstrom ve Nordenvall 1978, Fabricius ve ark. 1982b, Barnett ve ark. 1990, Sundqvist 1992). Kök kanal tedavisinin temel amacı bakterinin enfekte kök kanalından uzaklaştırılmasını sağlamak ve daha sonra oluşabilecek enfeksiyon tekrarını engellemektir. Başarılı bir tedavi için üç temel aşama olan biyomekanik temizleme, kök kanalının yıkanması ve çalışma boyunca, sızdırmaz bir şekilde doldurulması tedavide esastır.

Mekanik enstrümantasyonun esas hedefi kanal içerisinde bulunan enfekte dokunun ve yabancı maddelerin kanaldan çıkarılmasını sağlamak ve antimikrobiyal maddelerin etkinliği için uygun bir saha yaratmaktır. Ayrıca iyi şekillendirilmiş bir kök kanal sistemi sıkı bir kök kanal dolgusu yapılmasını kolaylaştırır ve böylece oral mikroorganizmaların kök kanalında yeniden kolonize olmasını engeller (Schilder 1974).

İrrigasyonda etkin bir solüsyonun seçilmesi arzu edilir ve mekanik preparasyonun yapılamadığı kanal yüzeylerinde bu solüsyonun etkili olması beklenir. Ayrıca irrigasyon solüsyonları kanalda organik ve inorganik dokunun çözülmesini kolaylaştırarak daha iyi temizleme sağlarlar. Debrisin uzaklaşmasını ve kanalda çalışmayı kolaylaştırırlar. Antimikrobiyal etkinlikleri ile mikroorganizma sayısının azalmasında önemli rol oynamaktadırlar.



Biyomekanik preparasyon ve irrigasyonu takiben kanal dolgu patı ile iyi bir örtüleme yapılmalıdır. İyi bir örtüleme, oral kavite ve periradiküler dokulardan kök kanalına tekrar bakteri girişini engelleyebilmektedir. Bu sebeple dayanıklı bir örtüleme yeteneği ve kök kanal duvarlarına adaptasyon kanal dolgu patlarında bulunması gereken temel özelliklerden biridir.

Kök kanal tedavisinden sonra bile dentin tübüllerinde ve sementte bakterilerin varlığı rapor edilmiştir (Dalton ve ark. 1998, Molander ve ark. 1999, Sundqvist ve Figdor 2003). Dentin tübüllerinde, yan kanallarda ve apikal dallanmada mikrobiyal direnç ve gelişim gösterilmiştir (Love ve Jenkinson 2002, Torabinejad ve ark. 2002). Kanal duvarlarına iyi uyumlanmış bir pat yalnızca kök kanal sisteminde hapsolmuş bakterinin etkinliğini engelleyecektir. Özellikle pulpal nekroz ve apikal periodontitis varlığında kök kanalında kalan mikroorganizmaların yok edilebilmesi için seçilen kanal dolgu patının etkili bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olması önemlidir (Spangberg ve ark. 1973).

Enfekte olmuş kök kanal sisteminde mikroorganizmalar yüzeysel olarak dentin duvarına tutunabildikleri gibi dentin tübüllerinin içine de penetre olabilirler (Ando ve Hoshino 1990, Peters ve ark. 2001a). Dentin tübülleri içerisinde bulunan bakteriler antimikrobiyal ajanlara direnebileceğinden, dentin duvarlarına yüzeysel olarak tutunan bakterileri öldürebilmek, dentin tübülleri içerisinde bulunan bakterileri öldürmekten daha kolaydır. Bundan dolayı patların antimikrobiyal etkinliği değerlendirilirken temas etkinliği ve diffüze olma yetenekleri de dikkate alınmalıdır.

Kanal dolumunda kanal dolgu patları ve güta perka yaygın olarak bir arada kullanılır. Yalnız güta perkanın kullanıldığı ya da yalnız patın kullanıldığı kanal dolgularının başarı oranı düşüktür. Kanalın büyük bir kısmının güta perka ile mümkün oldukça az bir kısmının da pat ile doldurulması amaçlanır. Bu kanal dolumunun boyutsal stabilitesini koruyabilmesi için gereklidir. Ayrıca güta perka gibi yarı katı bir maddenin kanalda kullanımı patların kanal duvarlarına uyumunu ve dentin tübüllerine penetrasyonunu da artırmaktadır.

Kanal tedavisinin birçok önemli aşamayı içerdiği görülmektedir. Bu yüzden başarılı bir kanal tedavisi ancak bu aşamaların tek tek başarılı bir şekilde uygulanmasına bağlı olacaktır. Tedavide doğru teşhis, derin bir anestezi uygulanması, kanal sayılarının ve boylarının doğru tayin edilmesi ve ideal bir koronal restorasyon yapımının önemi de unutulmamalıdır. Endodontide her anlamda bu başarıyı daha da artırmak için çalışmalar devam etmektedir. Son yıllarda kanal genişletme, irrigasyon ve doldurma yöntemlerinde önemli gelişmeler kaydedilmektedir. Başarılı tedavide önemli bir etken olan kanal dolgu patlarında hep daha iyiye doğru bir arayış sürmektedir.

### **1.1 Kök Kanal Sistemi ve Anatomisi**

Dentin dokusunun içerisinde pulpanın bulunduğu boşluğun tümü kök kanal sistemi olarak tanımlanır. Kök kanal sisteminin sınırları dişin dış sınırlarına göre şekillenir. Fizyolojik yaş, patolojiler ve okluzyon gibi potansiyel durumlar kök kanal sisteminde sekonder ve tersiyer dentin üretimi ve kök ucunda sement yapımı ile zamanla boyutsal değişikliklere neden olabilir (Hargreaves ve ark. 2011).

Kök kanal sistemi temel olarak iki kısımda incelenir. Birinci kısmı anatomik kron içerisinde yer alan pulpa odası, ikinci kısım ise yine içerisinde pulpa dokusu bulunan kök kanallarıdır. Bu iki kısmı içeren pulpa boşluğu, pulpa boynuzu, aksesuar, lateral ve furkal kanallar, periapikal delta ve apikal foramina ile de ilişkilidir.

Pulpa odası kronun merkezinde yer almaktadır. Kanal girişleri de pulpa tabanı üzerindedir. Enine kesitleri düşünüldüğünde kanal ağzları genellikle oval şekildedir ve kanalların en geniş çapta oldukları yer kanal ağzı ya da biraz ilerisidir. Boyuna kesitleri düşünüldüğünde kanallar apekse doğru dişin dış sınırları ile orantılı olarak daralır. Kök kanalının en dar yeri apekte bulunan apikal daralma olarak tanımlanan bölgedir.

Kökün furkal bölgesinde yer alan kanallara furkal kanal, kökün orta ve koronal üçlüsünde yer alan kanallara lateral kanal ve kökün apikal üçlüsünde son 5

mm'lik kısmında ve apikal deltaya yakın seyreden kanallara da aksesuar kanal adı verilmektedir. Bu kanallar kök kanalı ile periodontal ligament aralığı arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır. Lateral ve aksesuar kanallar periodontal bir hastalığın pulpaya ya da pulpadaki bir hastalığın periodontal bölgeye geçişine neden olabilmektedirler.

Lateral ve aksesuar kanallar kökün koronal 1/3'ünde daha az sıklıkla bulunurlar. Yapılan bir çalışmada kökün koronal 1/3'ünde lateral kanal bulunma oranı %1,6 iken, orta 1/3'ünde %8,8 ve apikal 1/3'ünde %17 olarak tespit edilmiştir (De Deus 1975).

Kök kanal anatomisinde kanalları birbirine bağlayan ya da kanalları birbirine yaklaştıran geçiş noktaları vardır. Bunlara da isthmus adı verilir. İsthmus alanları sert ve yumuşak doku debrislerinin kanaldan uzaklaştırılmasını zorlaştıran ve mikroorganizmalar için tutunma alanları oluşturan bölgelerdir. Kanalın temizlenmesi ve şekillendirilmesinde bu alanlara dikkat edilmelidir.

Teşhis ve tedavi planı ile birlikte yaygın kök kanal morfolojisi ve varyasyonlar hakkında bilgi sahibi olmak endodontik başarı için gereklidir. Yapılan pek çok çalışmada kanal anatomisinin önemi vurgulanmış ve kanal geometrisindeki bu varyasyonların temizleme ve şekillendirmedeki etkisine dikkat çekilmiştir. Bu çalışmalarda çoklu foramina, ek kanallar, yan kanallar, aksesuar kanallar, deltalar, kanallar arası bağlantılar ve C şekilli kanalların varlığı vurgulanmıştır (Vertucci 1984, Dankner ve ark. 1990, Peters ve ark. 2001b, Peters ve ark. 2003). Varolan varyasyonların gözden kaçırılması tedavi kalitesini düşürmekte ve başarısızlıklara sebep olmaktadır. Klinisyenler her dişin tedavisinde bu anatomik oluşum ve varyasyonları göz önünde bulundurmalıdır.

### **1.1.1 Dentin**

Dentin, kollajen bir matriks içerisinde apatit kristal doldurucu partiküllerden oluşan peröz, biyolojik bir bileşiktir. Bu mineralize matriks odontoblastlar tarafından

oluşturulmuştur. Diş hacminde en fazla yer kaplayan yapıdır. Anatomik krona mine ile, kökte ise sementle çevrilidir.

Üç tip dentin vardır. Bunlar; primer dentin, sekonder dentin ve tersiyer dentindir. Primer dentin diş sürmeden önce oluşan dentindir. Primer dentinin üretilen ilk tabakası örtü dentin olarak adlandırılır. Odontoblastlar tarafından üretilir. Olgun bir dişte en yaşlı dentindir ve mineye en yakın üretilmiş olandır. 150 µm kalınlığındadır. Çevresel dentinden kısmen daha az mineralizedir. Primer dentin üretimi diş ağıza sürüp kök oluşumu tamamlanıncaya kadar devam eder. Sekonder dentin ise kök oluşumu tamamlandıktan sonra oluşan dentin türüdür. İkisi arasındaki en büyük fark ise sekonder dentinin primer dentine göre daha yavaş üretilmesidir. Sekonder dentin zamanla pulpa tavanında ve tabanında oluşarak pulpa odasının daha sığ olmasına sebep olur. Aynı şekilde sekonder dentin oluşumu yaşla birlikte kök kanallarının yarıçaplarının da azalmasına neden olur. Üçüncü dentin tipi ise tersiyer dentindir. Tersiyer dentin; irritasyon dentini, düzensiz sekonder dentin, reaksiyonel dentin ya da tamir dentini olarak da bilinir. Travma ya da irritasyona maruz kalmış bölgede oluşur. Yüksek oranda kanalsız yapıda olmasından dolayı çoğu irritandan etkilenmez. Dişte hasarın bulunduğu yere yakın olan pulpa odası duvarında gözlenir. Tamir dentini hafif şiddetli bir hasar karşısında oluşan bir savunma mekanizması olarak işlev görür.

Dentin, %70 mineral, %20 organik yapı ve %10 su içeriklidir. Yüksek yoğunluğa sahiptir (2.05-2.30 g/cm<sup>3</sup>). Dentinde bulunan en temel inorganik bileşen kalsiyum hidroksiapatittir. Dentin matriksinin organik kısmının %90'ı tip I kollajen tarafından oluşturulur. Geriye kalan kısmı ise non-kollajenöz protein büyüme faktörü ve proteoglikanlarca yapılıdır. Dentin hacmi %8 ile %16 arasında su içerir.

Dentin mineden daha yumuşaktır. Bu özelliği üzerindeki mineye esneklik sağlar ve çiğneme kuvvetlerine karşı minedeki kırılma riskini azaltır. Mine-dentin bileşimi de girintili çıkıntılı düzensiz yapısı ile bu dokuları çiğneme kuvvetlerine karşı korur. Ayrıca daha yumuşak olması kanal egelerinin kanalı şekillendirmesini kolaylaştırır. Derin dentin yüzeysel dentinden daha elastik olmaya yatkındır.

Dentin, mikrometre ile ifade edilen yarıçaplara sahip tübüller içeren heterojen bir yapıdır. Dentin tübülleri, tüm dentin boyunca, mine-dentin veya mine- sement bileşiminden pulpaya doğru uzanan küçük kanalcıklardır. Dentin tübüllerinin pulpaya doğru ilerledikçe bir araya toplanması dentine benzersiz yapısal bir organizasyon sağlar. Dentin tübülleri pulpaya doğru tersine konik bir yapıda uzanır. Bu tersine konik yapı dentin-mine birleşim yerinde en küçük çapa sahipken pulpaya ulaştıklarında en büyük çapa sahiptirler.

Dentin tübülleri arasındaki dentine intertübüler dentin adı verilir. Dentin tübüllerinin duvarını oluşturan dentine de intratübüler dentin veya peritübüler dentin denir. Kollajen içeriği intertübüler dentinden daha düşüktür (Pashley 1996). Bu sebeble intertübüler dentinden daha serttir.

Dentin tübülleri, sağlıklı bir dentinde dentin hacminin %1 ile %30'unu kapsar (Izumi ve ark. 2001). Dentin tübüllerinin çapı 1µm ile 3 µm arasında değişkenlik göstermektedir (Mjor ve Nordahl 1996). Dentin-sement birleşiminde yaklaşık 1µm çapında iken pulpa-predentin sınırında yaklaşık 2,5µm civarındadır (Garberoglio ve Brannstrom 1976). Dentin tübüllerinin çapı, peritübüler dentinin mineralizasyonuna bağlı olarak yaşla birlikte azalır. Tübüllerin bir kısmının ya da tamamının kalsifiye olması da mümkündür. Dentinin bir bölgesindeki tübüller kalsifiye olduğunda bu sklerotik dentin ya da translusent dentin olarak tanımlanır.

Dentin tübülleri dentine peröz bir yapı kazandırır. Koronal dentinde, dentin mine bileşiminde 1mm<sup>2</sup>'de 15000 ile 65000 arasında dentin tübülü bulunur (Garberoglio ve Brannstrom 1976, Schellenberg ve ark. 1992, Mjor ve Nordahl 1996). Dentinin yoğunluğu ve tübüllerin çapları dentin mine sınırından derinlere doğru artar. Koronal dentinde ortalama mm<sup>2</sup>'de yaklaşık 15000 tübül bulunur. Dentinin geçirgenliği dentin mine sınırında en düşükken pulpa tarafında en yüksektir. Dentin geçirgenliğini iki kısımda incelemek mümkündür. Birincisi hidrodinamik bir uyarana cevap olarak gelişen ve dentin tübülleri boyunca sıvının yer değiştirmesi olarak gerçekleşen transdentinal hareket, ikincisi ise dış kaynaklı bir maddenin intertübüler dentin içerisine intradentinal yolla geçmesi durumudur. Bu durum ya demineralize olmuş dentin yüzeyine hidrofilik adeziv rezinlerin infiltrasyonu ya da intertübüler dentinin asitler kullanılarak demineralize edilmesi yoluyla sağlanır.

Dentin; kalınlığına, yaşına v.b. değişkenlere göre bariyer yapı veya geçirgen yapı olarak davranabilir. Dentinin tübül yapıları dentin boyunca çözünen maddelerin geçişini sağlar. Dış kaynaklı materyallerin dentini geçerek pulpaya ulaşabilmeleri büyük oranda dentin kalınlığına ve dentinin hidrolik iletkenliğine bağlıdır. İnce dentin difüzyonel akışa kalın dentinden daha çok olanak sağlar.

Kök kanalına yakın tarafta  $mm^2$ 'ye düşen dentin tübülü sayısı daha fazladır. Çünkü kökün dış çevresi daha geniştir ve tübüller birbirinden uzaklaşır. Koronal dentinde olduğu gibi kök dentininin geçirgenliği de dentin kalınlığına,  $mm^2$ 'ye düşen dentin tübül sayısına, çapına ve açıklığına bağlıdır (Pashley 1991). Dentin tübüllerinin geçirgenliğini irrigasyon solüsyonlarının kullanılması da etkilemektedir. İnsan dişlerinde yapılan bir çalışmada dentin disklerinin %5'lik NaOCl'te 1 saat bekletilmesinin dentinin iletkenliğini %105 oranında arttırdığı bildirilmiştir (Barbosa ve ark. 1994).

### **1.1.1.1 Dentin Tübüllerinin Bakteriler Tarafından İstila Edilmesi**

Ağız florasında yüzlerce bakteri türü tanımlanmaktadır ancak çok azının koronal dentini, kanal sistemini ve sonrasında da radiküler dentini istila edebildiği görülmektedir (Dahlen ve Bergenholtz 1980). Bu durum ağız içerisindeki pek çok bakterinin tübülleri istila etmek ve tübüller arası ortamda hayatta kalmak için gerekli özelliklerinin olmadığını göstermektedir. Radiküler dentin tübüllerini istila eden floranın içeriğini koronal çürük kavitesini veya kök kanalını istila etmiş olan bakteri türleri belirler.

Bakteriler dinamik bir ekosistem içerisinde yer alırlar. Kanal tedavisi açısından bakılacak olursa derin çürük lezyonların ekosistemi daha çok önem arz etmektedir. *S. mutans* temel karyojenik türlerden biri olarak kabul edilmektedir. Derin çürük lezyonlarına iştirak eden bir diğer cins ise laktobasillerdir. Anaerobik streptokoklar gibi proteolitik bakteriler de derin çürük lezyonlarından izole edilmektedirler. *Bacteroides*, *Eubacterium* ve *Fusobacterium* ise semptomatik pulpalı ya da apselli dişlerde görülmektedir. Derin çürüğe sahip irreversibl pulpitisli

insan dişleri üzerinde yapılan bir çalışmada laktobasiller en sık izole edilen cins olarak belirtilirken, gram pozitif kokların ikinci yaygın bakteri olduğu, *S. mutans*'ın ise düşük sayıda olduğu bildirilmiştir (Hahn ve ark. 1991).

Bakteriler önce kök kanal sistemine ulaşırlar, ardından radiküler dentin tübüllerini istila ederler ve sonra inatçı kök kanalı enfeksiyonuna neden olabilirler (Haapasalo ve Orstavik 1987, Orstavik ve Haapasalo 1990). Klinik olarak vital olmayan çekilmiş 97 diş üzerinde yapılan histolojik bir çalışmada 61 dişin radiküler dentin tübüllerinde bakteriyel penetrasyon gözlenmiştir. Bakteri içeren tübül sayısı ve bakterilerin penetrasyon derinliklerinin dişten dişe farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Shovelton 1964). Tedaviden sonra bile dentin tübüllerinde ve sementte bakteri varlığı rapor edilmiştir (Dalton ve ark. 1998, Molander ve ark. 1999). Dentin tübüllerindeki bakteri türü ve sayısı dişin klinik hikâyesi ile ilişkilidir. Kronik bir enfeksiyonda daha fazla bakteri istilası gözlenebilir. Tübüllerin istilası kök kanalına bakteri istilasının hemen ardından gerçekleşen bir durum değildir. Kök kanalının ve dentin tübüllerinin bakterilerce istila edilmesi ile ilgili diğer çalışmalarda benzer bulgulara rastlanmaktadır (Tronstad ve Langeland 1971, Vojinovic ve ark. 1973).

Mantarların da yoğun şekilde kök kanalında kolonize olmaları durumunda dentin tübüllerini istila edebildikleri bildirilmektedir (Sen ve ark. 1995). Yapılan çalışmalar *P. endodontalis*, *P. gingivalis*, *F. nucleatum*, *A. israelii*, *P. acnes*, *E. faecalis* ve streptokokların *in vitro* ortamlarda dentin tübüllerine penetre olabildiğini göstermektedir (Perez ve ark. 1993, Siqueira ve ark. 1996, Love ve Jenkinson 2002).

## **1.2 Kök Kanal Mikrobiyolojisi**

### **1.2.1 Kök Kanalında Enfeksiyonun Oluşum Yolları**

1890 yılında ilk kez Miller'in, enflame pulpa dokusunda mikroorganizmaların olduğunu gözlemlemesinden beri, endodontik enfeksiyonlarla mikroorganizmaların ilişkili olduğu bilinmektedir (Miller). Kakehashi ve ark.

(1965)'nin yaptıkları çalışmada germ-free ratlarda ve olağan koşullarda bakılan ratlarda, diş pulpasının oral kaviteye açılmasından sonra germ-free ratlarda enflamasyon gelişmezken diğer ratlarda pulpa nekrozu ve periapikal enflamatuar lezyonlar geliştiği gösterilerek bu ilişki doğrulanmıştır.

Pulpa dokusu nekrotik hale geldiğinde ve kan desteğini kaybettiğinde, kök kanalı sistemi mikroorganizmalar ve ürünleri için bir depo halini alır. Nekrotik pulpada dolaşım olmadığından, kök kanalı vücudun normal konakçı savunma mekanizmasından ayrı kalır.

Patojenler pulpaya farklı yollarla ulaşabilmektedir. Mikroorganizmalar dentin tübüllerine penetre olabilmekte ve buradan da pulpaya ulaşabilmektedir. Çürük sınırı ile pulpa arasındaki mesafe 0,2 mm'ye kadar indiğinde dentin tübülleri yoluyla pulpaya geçebilmektedir (Slots ve Taubman 1992). Çünkü bakteri çapı dentin tübülünün çapından daha küçüktür ve kolaylıkla dentin tübüllerinin içinde hareket edebilirler. Ayrıca operatif işlemler sırasında da kontamine olmuş dentin yüzeyinden pulpaya bakteri geçişi mümkün olabilmektedir.

Çürük sebebiyle açılmış olan kavite mikroorganizmaların pulpaya ulaşmasındaki en temel yoldur. Koronal fraktür gibi travma kökenli bir sebeple ya da dental işlemler sırasında iatrojenik bir nedenle de pulpa septik ağız ortamına açılmış olur.

Dişeti sulkusundaki mikroorganizmalar periodontal membran boyunca bir lateral kanal vasıtasıyla ya da apikal foramenden pulpaya ulaşabilirler. Dişte lüksasyon, cep oluşumu ya da kemik kaybı gerçekleştiğinde mikroorganizmaların pulpaya ulaşması daha da mümkün hale gelebilir.

Sağlıklı bir bireyde herhangi bir sebeple geçici bir bakteriyemi oluşabilir. Kanda bulunan bu bakteri kan dolaşımı ya da lenf yolu ile pulpaya gelebilmektedir. Buna anakrosis denir ve endodontik enfeksiyon nedenlerinden biridir.

Vital ve semptomsuz bir diş yakınındaki periapikal lezyona sahip dişin lezyonundan etkilenerek apeks yoluyla enfekte olabilir. Bu alt anterior dişlerde daha sık karşılaşılan bir durumdur.



## 1.2.2 Endodontik Enfeksiyon Çeşitleri

Endodontik enfeksiyon, kök kanalının enfeksiyonu olarak tanımlanır ve apikal periodontitisin en önemli etkenidir (Ørstavik ve Pitt Ford 2008). Periradiküler enflamasyonu pek çok kimyasal ve fiziksel faktör uyarmasına rağmen bilimsel araştırmalar açık bir şekilde apikal periodontitisin süreklilik göstermesine ve ilerlemesine mikroorganizmaların sebep olduğunu belirtmektedir (Kakehashi ve ark. 1965). Endodontik enfeksiyonlar yerleşim yerlerine göre intraradiküler ve ekstraradiküler enfeksiyonlar olarak sınıflandırılabilirler.

### 1.2.2.1 İnteraradiküler Enfeksiyon

İnteraradiküler enfeksiyonlara kanal içerisine yerleşmiş olan mikroorganizmalar sebep olur. Bunları kanala yerleşme zamanlarına göre 3 ayrı başlık altında inceleyebiliriz:

**Primer İnteraradiküler Enfeksiyon:** Mikroorganizmaların nekrotik pulpa dokusuna ilk yerleştiklerinde sebep oldukları enfeksiyondur. Mikroorganizmalar pulpal istilanın başlangıcında önce enflamasyon oluştururlar, sonrasında nekroz gelişebilir. Primer enfeksiyonlarda kanal başına  $10^3$ - $10^8$  aralığında bakteri bulunmaktadır. Anaerobik bakteriler baskındır ancak bazı fakültatif ve mikroaerofilik türler de birincil intraradiküler enfeksiyonlarda yaygın olarak görülebilir.

**Sekonder İnteraradiküler Enfeksiyon:** Birincil enfeksiyon sırasında kanalda bulunmayan ancak kanala yapılan müdahaleler sonrasında kanalda çoğalan mikroorganizmaların sebep olduğu enfeksiyondur. Mikroorganizmaların kanala girişi aseptik çalışılmamasına bağlı olarak, seanslar arasında veya kanalın doldurulması sırasında olabilir. Ağız ortamından ya da ağız dışı ortamdan enfekte olma olasılıkları vardır. Kanal aletleri, tükürük, plak, rubber-dam'ın sızdırması, kontamine medikamentin kanala yerleştirilmesi, drenaj için kavitenin açık bırakılması, dişin yapısındaki kırıklar, daimi dolgunun yapımında gecikilmesi, koronal restorasyonun

kaybına bağılı olarak kanal dolgu materyalinin ağız ortamına açılması gibi durumlarda yeni mikroorganizmalar kök kanal sistemine penetre olabilmektedir.

**Persistent İntraradiküler Enfeksiyon:** Primer ve sekonder enfeksiyondaki mikroorganizmaların sebep olduğu endodontik tedavili dişlerde görülen enfeksiyondur. İnatçı mikroorganizmalar besin azlığına ya da yokluğuna karşı direnç gösterip hayatta kalabilmektedir. Tekrar eden enfeksiyonlardır. Primer enfeksiyona göre genelde daha az tür içerirler. Anaerobik bakteriler, gram-pozitif bakteriler ve mantarlar primer enfeksiyonlara göre daha sık bulunur. Kanaldan gelen eksuda, seanslar arası oluşan flare-up gibi bulgular ile karakterizedirler ve kanal tedavisinin başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olabilirler.

### **1.2.2.2 Ekstraradiküler Enfeksiyon**

Enflame olmuş periradiküler doku ile karakterizedir ve birincil, ikincil ya da inatçı enfeksiyon sonucu oluşabilmektedir. İntraradiküler enfeksiyondan köken alır. Ekstraradiküler enfeksiyonu önleyebilmek için konak savunma hücreleri devreye girer ve enfeksiyonun ilerlemesini engellemeye ya da yavaşlatmaya çalışırlar (Nair ve ark. 1990). Apikal periodontitis ekstraradiküler dokulara geçmek isteyen intraradiküler enfeksiyona tepki olarak oluşur. Periodontitis bölgesinde biriken konak savunma hücreleri çoğu zaman mikroorganizmaların periradiküler dokuya geçmesini engeller. Eğer mikroorganizmalar bu savunma kalkanını aşarlarsa ekstraradiküler enfeksiyon meydana gelir. En yaygın şekli akut apikal absesdir. Bir diğer durum da dış ortama çıkmış mikroorganizmaların kök dış yüzeyine tutunarak meydana getirdikleri biofilm tabakasıdır. Bu yolla iyi yapılmış bir kanal tedavisine rağmen varlıklarını kök yüzeyinde devam ettirebilir ve inatçı apikal periodontitise neden olurlar.

### 1.2.3 Endodontik Mikrofloranın Yapısı ve Çeşitliliği

Oral kavite vücuttaki en yüksek mikroorganizma birikimlerinden birini barındırır. Bakteriler oral mikrofloranın en baskın üyeleridir. Oral mikroflorada virüsler, archaealar, mantarlar ve protozoalar da bulunabilir. İnsanda oral kavitede 700'ün üzerinde bakteriye rastlanmıştır (Paster ve ark. 2001, Kazor ve ark. 2003).

Endodontik enfeksiyonlar polimikrobiyaldir. Modern anaerobik kültür ve moleküler biyoloji teknikleri farklı enfeksiyon tiplerinde endodontik mikrofloranın önemli yönlerini göz önüne sermektedir. Enfekte kök kanallarında 400'ün üzerinde farklı mikrobiyal tür mevcuttur ve primer enfeksiyonlarda genellikle pek çok tür bir arada bulunurken sekonder ve persiste enfeksiyonlarda birlikte bulunma durumu daha az gözlenmektedir (Rocas ve Siqueira 2008).

Kök kanalını enfekte eden bir mikroorganizmanın, periapikal inflamasyonu başlatma potansiyeli bulunmaktadır. Mikroorganizmaların virülansı ve patojenitesi değişkendir ve diğer mikroorganizmaların ortamda bulunmasından etkilenmektedir.

Bakteriyel enfeksiyonlarda başlangıç aşamasındaki iltihabi duruma rağmen pulpa henüz canlılığını kaybetmemiştir. Ancak zamanla nekroz gelişir ve bakteri istilası giderek bütün kanala yayılmaya başlar. Nekrotik hale gelen kök kanalı mikroorganizmalar için rezervuar görevi görür. Mikrofloranın çeşitliliği ve mikroorganizmaların lokalizasyonu kök kanalı içerisindeki oksijen varlığına, miktarına, besin potansiyeline, bakteriyel etkileşime ve konak savunmasına bağlı olarak şekillenir. Kök kanal enfeksiyonlarında bulunan mikroorganizma popülasyonu statik değildir ve zamanla değişim göstermektedir.

Enfeksiyonların çoğunda anaerob bakteriler, Lactobasiller, Actinomycesler, Streptokok türleri mikroaerofilik ve fakültatif bakteriler bulunmaktadır (Fabricius ve ark. 1982b, Fabricius ve ark. 1982a).

Kök kanal sistemine tedavi sırasında da mikroorganizmalar girebilmektedir. Bu mikroorganizmalar aseptik çalışmaya dikkat edilmemesine bağlı olarak; dıştaşı,

çürük, plak yüzeyinden ya da tükürük kontaminasyonu yoluyla kanala geçerek seans aralarında ya da tedaviden sonra enfeksiyonlara sebep olmaktadır.

Kanal mikroflora ekolojisinde mikroorganizmalar arasında pozitif ya da negatif etkileşimli ilişkiler görülebilir. Pulpa enfeksiyonunda ilk evrelerde fakültatif anaerob bakteriler baskındır ve ortamda bulunan oksijeni kullandıkları için sonrasında zorunlu anaerobların üremesine sebep olabilirler. Ayrıca bir mikroorganizmanın metabolik yıkım ürünü başka bir mikroorganizma için besin değeri taşıyabilir ya da toksik etki gösterebilir.

Kanal sisteminde bulunan doku sıvısı ve nekrotik dokunun parçalanmış hücreleri besin temelini teşkil etmektedir. Besin olarak karbonhidratlar başta olmak üzere organik asitler, hidrokarbonlar, basit mono ve disakkaritler, vitaminler, mineraller, aminoasitler, polipeptit ve proteinlere ihtiyaç duymaktadırlar. Apikal ve lateral foramen aracılığı ile kanala sızan eksuda da besin değeri taşır.

Kök kanalının mekanik ve kimyasal yolla temizlenmesiyle mikroorganizmalar ve ürünlerinin uzaklaştırılması amaçlanır. Bütün uğraşlara rağmen kök kanalının tamamen temizlenmesi mümkün olamamaktadır. Ancak yeterli mekanik ve kimyasal temizlemeye eşlik eden iyi bir kanal dolumu ve koronal restorasyon, kök kanalının mikroorganizmalar için bir rezervuar alan olmasının önüne geçebilir. Burada kanal dolumunun başarısında kanal dolgu materyalinin antimikrobiyal etkinliğinin yanında dentin tübüllerinde kalan mikroorganizmalara ulaşabilmesi için penetrasyon yeteneğinin önemi de büyüktür.

### **1.2.3.1 Kök Kanal Tedavisi Yapılmış Dişlerde Mikroflora**

Kanal tedavisi yapılmış olan apikal periodontitise sahip dişlerdeki mikroflora birincil enfeksiyonla karşılaştırıldığında daha az çeşitlilik gösterir. İyi yapılmış kanal tedavilerinde bile kanallar 1 ile 5 çeşit mikroorganizma barındırmaktadırlar. Yetersiz kanal tedavisine sahip dişlerde bulunan tür çeşitliliği de 10 ile 30 arasında değişmektedir ve bu durum hiç tedavi edilmemiş dişlerle benzerlik göstermektedir (Sundqvist ve ark. 1998, Pinheiro ve ark. 2003, Rocas ve ark. 2004b,

Sakamoto ve ark. 2008). Tedavi edilmiş bir dişte bakteriyel hücre sayısı  $10^3$  ile  $10^7$  arasında değişmektedir (Peciulienė ve ark. 2001, Sedgley ve ark. 2006).

Tedavi sonrası görülen apikal periodontitis kök kanalındaki inatçı ya da sekonder bir enfeksiyon sebebiyle oluşur (Molander ve ark. 1998, Pinheiro ve ark. 2003, Zoletti ve ark. 2006). Kök kanal tedavisinin başarısız olduğu dişlerde hem kültür yöntemiyle hem de moleküler yöntemle yapılan çalışmalarda en sık tespit edilen tür *E. faecalis*'dir. Bu dişlerde ayrıca *Streptococcus*, *Dialister*, *Fusobacterium*, *Filifactor*, *Parvimonas*, *Prevotella*, *Propionibacterium* ve *Pyramidobacter* cinsleri de tespit edilmiştir (Rolph ve ark. 2001, Siqueira ve Rocas 2005, Gomes ve ark. 2008).

#### 1.2.4 Stafilokoklar

Stafilokoklar yuvarlak, 0,5-1,7 µm çapında, katalaz pozitif, hareketsiz, sporsuz, gram pozitif koklardır. İlk olarak 1878'de Robert Koch tarafından tanımlanmıştır. Oluşturdukları kolonilerin şekli karakteristik olarak üzüm salkımına benzediğinden *Staphylococcus* terimi Grekçe staphyle (üzüm salkımı) kelimesinden gelmektedir. Patojeniteleri ilk 1880 yılında vurgulanmıştır. Sonrasında Pasteur tarafından sıvı besiyerinde üretilmişlerdir. Rosenbach 1884'te stafilokokların ilk kez saf kültürünü elde ederek karakteristik özelliklerini laboratuarda incelemiş, katı besiyerinde beyaz ve sarı renkte koloniler oluşturan iki farklı stafilokok tespit etmiştir. Bunlardan beyaz renkli koloniler *S. albus*, sarı-portakal rengi koloniler ise *S. aureus* olarak adlandırılmıştır (Jawetz ve ark. 2010).

Beyazdan koyu sarıya değişen renklere pigmentler üretebilmek için karbonhidratları fermente ederler. Farklı ortamlarda gelişimleri kolaydır. Metabolik olarak aktiftirler. Bazı türleri insanda mukoz membran ve derinin normal florasında bulunurken, bazıları da cerahat içerisinde, apse oluşumunda, piyozjenik enfeksiyon çeşitlerinde ve hatta fetal septisemide görülmektedir. Patojenik stafilokoklar sıklıkla kanı hemolize ederler, plazmayı pıhtılaştırırlar ve hücre dışı pek çok enzim ve toksin üretirler. Stafilokokal enterotoksinler gıda zehirlenmesine sebep olur. Stafilokoklar

çoğu antimikrobiyal ajanlara karşı çok hızlı direnç geliştirirler ve tedavisi güç problemlere yol açarlar.

#### 1.2.4.1 Staphylococcus aureus

Stafilokok cinsi, en az 20 türe sahiptir. *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. saprophyticus* türlerden bazılarıdır. *S. aureus*'un diğer stafilokok türlerinden bazı ayırt edici özellikleri bulunur. *S. aureus* koagüloz pozitifdir. Kanlı agarda farklı renklerde (sarıdan pembeye kadar değişebilen) büyük koloniler gösterir. Hücre duvarında diğer türlerde bulunmayan protein-A inhibe ederler. Bu protein yapı bakteriyi fagositoz ve komplement etkisinden korur. Bir diğer özelliği kanlı agarda beta hemoliz yapar.

Stafilokoklar vejetatif bakteriler olmalarına rağmen, ısıya, yüksek tuz konsantrasyonuna, kuruluğa, bazı dezenfektan ve antiseptik maddeler ile diğer çevre şartlarına vejetatif şekilde diğer bakterilerden daha fazla direnç gösterirler. Sporsuz bakteriler arasında en dayanıklı cinstir (Berkiten 2005). Birçok bakteri 60 °C'de 30 dakikada ölürken, stafilokoklar, 60 °C'de 50 dakikaya kadar dayanabilirler (Bremer ve ark. 2004).

*S. aureus* insan enfeksiyonlarında rol alan en önemli bakterilerden biridir. Sağlıklı bireylerin %15-40 kadarı bu bakteriyi taşırlar. İnsan florasında en fazla deride rastlanır. Burun ve boğaz boşluğunu örten muköz dokuda da bulunur. *S. aureus*'un sitolitik toksinleri irinleşmeden sorumludur. *S. aureus*'un enzimlerinden koagülaz enzimi bakterinin çevresini fibrin bir tabaka ile sararak savunma elemanlarından korunmasını sağlar. Hyalüronidaz, bağ dokusunu hidrolize eder, bakterinin yayılmasında etkilidir. Stafilokinaz, yine yayılmada etkilidir. Penisilinaz, hücre dışına salınır ve penisilini hidrolize eder. Katalaz, klinik bulguların ortaya çıkmasında etkilidir.

*S. aureus*'un sebep olduğu klinik bulgular ise şöyledir: Toksik şok sendromu, lokal deri ve mukoza sendromları, haşlanmış deri sendromu, sepsis ve endokardit, septik artrit ve osteomyelit, menenjit ve besin zehirlenmeleridir.

Orofasiyal enfeksiyonların çoğu gram pozitif, gram negatif, fakültatif anaerobik ve zorunlu anaerobik bakterilerin kombinasyonunu içerir. Son 50 yıl boyunca gelişen teknoloji, tespit edilmesi zor olan birçok anaerobik bakteriyel türün kültürünün elde edilmesine ve üretilmesine olanak sağlamıştır. Anaerobik bakterilerin ortaya çıkarılmasının çok zor olduğu dönemlerde odontojenik enfeksiyonların esas olarak Streptococcus ve Staphylococcus türleri tarafından oluşturulduğu düşünülürdü. Günümüzde odontojenik enfeksiyonların çoğunun anaerobik bakteriler içerdiği ve fakültatif anaerobik bakterilerin nadiren tek başına bulunduğu bilinmektedir.

#### **1.2.4.1.1 Morfolojileri ve Saptanmaları**

Stafilokokların kendi kendilerine hareket edebilen bir yapıları yoktur. Spor oluşturmazlar. Penisilin gibi kimyasalların etkisi altında form değiştirebilirler. Aerobik ya da mikroaerofilik şartlarda pek çok bakteriyolojik ortamda kolayca üreyebilirler. 37°C'de hızlı bir şekilde çoğalırlar. Katı ortam üzerinde koloniler yuvarlak, pürüzsüz ve parlak görünür. Renkleri griden koyu altın sarısına doğru değişkenlik gösterir. *S. aureus* ve diğer türler farklı derecelerde hemoliz yapmaktadırlar.

Stafilokokları streptokoklardan ayıran en önemli özellik katalaz enzimi üretmeleridir. Stafilokoklar pek çok karbonhidratı yavaş bir şekilde fermente ederler. Laktik asit oluştururlar ancak gaz açığa çıkarmazlar. Proteolitik aktiviteleri türden türe değişkenlik gösterebilir. Stafilokoklar kuru ortama ve ısıya nispeten dayanıklıdırlar. Antimikrobiyal ilaçlara karşı farklı hassasiyetleri vardır.

Stafilokoklar, hücre duvarlarındaki diğer önemli yapılarla birlikte antijenik polisakaritler ve proteinler içerirler. Bazı *S. aureus* türlerinin kapsülleri vardır. Kapsül, polimorfonükleer lökosit tarafından fagosite edilmelerini engeller. *S. aureus* türlerinin çoğu hücre duvarında koagülaza sahiptir. Koagülaz fibrinojene bağlanır ve bakterilerin bir arada tutunmasını sağlar. Stafilokoklar salgıladıkları ekstraselüler

maddeler yoluyla çoğalıp yayılarak hastalıklara sebep olurlar. Salgılanan bu maddelerin bazıları enzim görevi görürken bazıları da toksindir.

Katı besiyerine ekildiklerinde 18-24 saat içerisinde beyaz ya da altın sarısı pigmentli, 1-3 mm çapında, yuvarlak kenarlı, kabarık parlak yüzeyle koloniler oluştururlar.

#### **1.2.4.1.2 Toksinler ve Enzimler**

Stafilokoklar doku içerisine yayılma özellikleri ile ve hücre dışı maddeler salgılamaları yoluyla hastalıklara sebep olurlar. Bu maddelerden bazıları enzimken bazıları enzim gibi çalışan toksinlerdir. Enzimler; katalaz, koagülaz, hyaluronidaz, stafilokinaz, toksinler ise; eksotoksin, lökositin, eksfoliyatif toksin, toksik şok sendromu toksini ve enterotoksindir.

#### **1.2.4.1.3 Patojenite**

*S. aureus*'un patojenik kapasitesi ekstrasellüler faktörleri ve toksinleri içerir. Patojenik, invaziv *S. aureus* koagüloz ve sarı pigment üretme ve hemolitik olma eğilimindedir. *S. aureus* insanda oral kavitede de bulunabildiğinden kök kanallarından da izole edilebilen bir bakteridir. Kök kanal tedavisi esnasında kullanılan irrigasyon solüsyonlarının, kök kanal medikamentlerinin, kanal dolgu patlarının *S. aureus* üzerindeki antimikrobiyal etkinliğinin incelendiği çalışmalar literatürde rapor edilmiştir.

Mattigatti ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada geleneksel kanal medikamentlerinin ve propolisin *E. faecalis*, *S. aureus* ve *C. albicans* üzerindeki etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmalarında, kullanılan materyallerin her üç mikroorganizma üzerinde antimikrobiyal etkinlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Kök kanal solüsyonlarının mikroorganizmaların metabolik aktivitesi üzerindeki etkinliğine bakılan bir çalışmada, %17'lik EDTA'nın *S. aureus* üzerinde %1'lik



NaOCl'ten daha fazla etkinlik gösterdiği bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada %2,5'lik ve %5'lik NaOCl varlığında *S. aureus*'un metabolik aktivite gösteremediği kaydedilmiştir (Fidalgo ve ark. 2010). Başka bir çalışmada maleik asit ve EDTA'in *S. aureus* üzerinde benzer etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Poggio ve ark. 2012).

### 1.2.5 Enterokoklar

Kanal tedavisi yapılmış ancak başarı elde edilememiş vakalardan alınan mikrobiyal örneklerde en sık izole edilen bakteri türü Enterokoklardır. Enterokoklar insanda ve hayvanda gastrointestinal sistemin normal florasının üyeleridir. Ayrıca kuşlarda, sürüngenlerde, haşerelerde, bitkilerde, su ve toprakta da bulunabilirler (Rocas ve ark. 2004a). Enterokokların sebep olduğu enfeksiyonlarda son yıllarda artış görülmektedir. Buna yaygın ve direçli enterokok suşları ve bağışıklık sistemi baskılanmış hasta sayısındaki artış neden olmaktadır. Enterokoklar Amerika Birleşik Devletleri'nde hastane kaynaklı en yaygın ikinci patojen olarak tanımlanmaktadır (Ke ve ark. 1999). Enterokoklar ağız boşluğunda da kolonize olabilirler. Tekli, ikili ya da kısa zincirler halinde görülebilirler. Çoğu türleri hemolitikdir (kan hücrelerine zarar vermeyen) ve hareketsizdir. Kanlı agar ortamında yüzeyel kolonileri dairesel, düz ya da her ikisi bir arada bulunabilir. Farklı ortamlardaki enterokokların teşhis edilmesi kültür elde etme yöntemleriyle yapılmaktadır (Rocas ve ark. 2004a).

Enterokoklar 10-45 °C'de üreyebilen, %6,5 NaCl içeren ortamlarda üremeyi sürdürebilen, 60 °C'de 30 dakika canlı kalabilen bakterilerdir (Stuart ve ark. 2006). Enterokoklar, sahip oldukları mobil genetik elementler (plazmid ve transpozonlar) sebebiyle son yıllarda belirgin bir şekilde kazanılmış direnç geliştirmiştir. Bunlar arasında en önemli olanları yüksek düzeyde glikopeptid direnci, aminoglikozid direnci, betalaktamaz yapımı veya diğer mekanizmalarla gelişen yüksek penisilin direncidir (Çoğulu ve ark. 2008). Yüksek düzeyde aminoglikozid direnci, bakteri hücre duvarına etkili ajanlarla kombinasyonda ortaya çıkan sinerjistik etkinin kaybolmasına yol açmaktadır (Murray 1990).

Enterokokların sebep olduğu enfeksiyon hastalıkları; üriner sistem enfeksiyonları, endokardit, bakteriyemi, karın içi pelvik enfeksiyonlar, yara ve yumuşak doku enfeksiyonları ve menenjit olarak sıralanabilir.

İnsanda en yaygın olan iki türü *E. faecalis* ve *E. faecium*'dur. Marginal periodontitis, enfekte kök kanalları ve periradiküler abseyi içine alan oral enfeksiyonlarda yaygın izole edilen ya da tespit edilen türdür.

Sporsuz yapıda, fermantatif, fakültatif anaerobik, gram pozitif koklardır. Fakültatif yapıda oldukları için hem oksijenli hem de oksijensiz ortamlarda hayatta kalabilirler. Oval şekilli hücrelerdir ve 0,5-1 µm çaptadırlar. Farklı ortamlardaki enterokoklar geleneksel yolla kültür alınarak elde edilirler (Rocas ve ark. 2004a).

Enterokok türleri insan bağırsak lümeninde yüksek miktarlarda (dışkının her gramında 10<sup>5</sup>-10<sup>8</sup> cfu) yaşarlar ve çoğunlukla konakta zarara sebep olmazlar. Yüksek alkalın pH'da (9,6) ve tuz konsantrasyonları da dâhil olmak üzere zor çevre koşullarında hayatta kalabilirler.

#### **1.2.5.1 Enterococcus faecalis**

*E. faecalis*, başka bir mikroorganizma grubuna gereksinimi olmadan kanallar içerisinde canlılığını devam ettirebilmekte ve birçok antimikrobiyal ajana rağmen inatçı bir şekilde etkinliğini sürdürebilmektedir. Bu nedenle kanal tedavisinde uygulanan irrigasyon ajanları, kanal dolgu materyalleri ve antibiyotiklerin etkinliği ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır (da Silva ve ark. 2006). Kanal içi medikamentlere de direnç gösterebildiği bildirilmiştir (Bystrom ve ark. 1985). Dentin kanallarına derin penetrasyon yapabilmektedir (Siqueira ve ark. 1996). Primer endodontik enfeksiyonlarda nadir olarak görülen *E. faecalis*, başarısız endodontik tedavilerde sıklıkla karşımıza çıkmaktadır.

### 1.2.5.1.1 Başarısız Kök Kanal Tedavilerinde *E. faecalis*'in Rolü

*E. faecalis* birincil, ikincil ve inatçı endodontik enfeksiyonları içeren periradiküler hastalıkların değişik formlarında görülmektedir. Birincil endodontik enfeksiyonlarda görülme sıklığı %4-40 arasındadır. Tedavi edilmemiş kök kanallarına ait mikrofloranın küçük bir kısmını oluşturmasına rağmen, kök kanal tedavisi tamamlandıktan sonra devam eden inatçı periradiküler lezyonların etiolojisinde en önemli role sahiptir. Bazı vakalarda *E. faecalis* kök kanalında yaşayan tek mikroorganizma olarak bulunabilir (Stuart ve ark. 2006).

Enflamasyonun devam ettiği kanal tedavili dişlerde birincil endodontik enfeksiyonlara göre dokuz kat daha fazla *E. faecalis* bulunduğu bildirilmiştir (Rocas ve ark. 2004a). Bazı vakalarda da kök kanal mikroflorasının baskın türü olarak yaşamını sürdürebilmektedir (Evans ve ark. 2002).

Bu veriler genellikle kültür yöntemleriyle elde edilmektedir. Ayrıca polimerase chain reaction (PCR) yöntemi de *E. faecalis*'in tespitinde kullanılan güncel bir yöntemdir. Kültür yöntemleriyle karşılaştırıldığında daha hızlı, daha duyarlı ve doğruluğu daha iyidir (Siqueira ve Rocas 2003).

*E. faecalis* dentin kanallarına kolaylıkla girebilen ve hayatta kalabilen dentinofilik bir mikroorganizmadır. Alveolar kemik ve periodontal ligamentten köken alan serum, *E. faecalis*'in tip I kollajene bağlanmasına yardımcı olur (Love 2001).

Dentin tübülleri içerisindeki *E. faecalis* kalsiyum hidroksit ile örtülemeye 10 günden fazla direnç göstermektedir (Orstavik ve Haapasalo 1990). *E. faecalis* biofilm oluşturabilme yeteneği sayesinde biofilmsiz durumuna göre antimikrobiyal ajanlara 1000 kat daha fazla direnç gösterebilmektedir (Distel ve ark. 2002).

De Molander ve ark. (1998) kültür yöntemi kullanarak yapmış oldukları çalışmada kanal tedavili ve apikal periodontitise sahip 100 dişini incelemişler ve bu dişlerin 68 adetinde bakteri gelişimi tespit etmişlerdir. Bu 68 dişin 32 tanesinde (%47) *E. faecalis* bulunduğu belirlenmiştir.

Peciulienė ve ark. (2001) kültür yöntemini kullandıkları çalışmalarında semptomsuz ve kronik apikal periodontitise sahip 40 adet dişin 33'ünde bakteri varlığı tespit etmişlerdir. Bunların 6'sında mantar varlığı belirlenmiş olup, 21 adet dişte de *E. faecalis* olduğu bildirilmiştir. Örneklerden 3 tanesinde mantarlar ve *E. faecalis* bir arada tespit edilmiştir. Sonuç olarak %64 oranında *E. faecalis* varlığından bahsedilmektedir.

Hancock ve ark. (2001) çalışmalarında, 54 adet kök kanalları doldurulmuş dişte kültür yöntemiyle *E. faecalis*'in varlığını araştırmışlar, 34 dişte bakteriyel üremeyi tespit etmişlerdir ve 34 dişin %30'unda *E. faecalis* varlığını bildirmişlerdir.

PCR yöntemi kullanarak yapılan bir çalışmada kanal tedavili 30 diştten elde edilen verilerde 20 dişte *E. faecalis* tespit edilmiştir. Yüksek oranda *E. faecalis* tespiti bu çalışmada dikkat çekicidir (Rocas ve ark. 2004a).

Literatürde *E. faecalis* tespit çalışmaları geniş bir yer tutmaktadır. %24-77 ile değişen oranlarda sonuç veren çalışmalar mevcuttur. Bu oranlar çalışmada örnek alınan dişlere, çalışmanın yapılma şekline ve kullanılan bakteri tespit yöntemlerine göre farklılık göstermektedir.

*E. faecalis*'in hayatta kalmasını ve virülansını etkileyen durumlar vardır. *E. faecalis* uzun süren besin yoksunluğuna dayanır. Dentin dokusuna yapışır ve dentin kanallarını istila eder. Konak yanıtını değiştirir. Lenfositlerin faaliyetlerini baskılar. Litik enzimleri, sitolizini, cisimlerin agregasyonunu, feromonları ve lipoteikoik asiti etkisi altına alır. Serumla beslenme kaynağı olarak kullanır. Kanal içi medikamentlerine direnç gösterir. Diğer hücrelerle rekabet eder ve önemli bir özellik olarak biyofilm meydana getirir (Stuart ve ark. 2006).

*E. faecalis*'in kanaldan elimine edilmeye çalışılmasında irrigasyon solüsyonlarının önemli bir rolü vardır. Farklı irrigasyon solüsyonları ve farklı konsantrasyon oranlarının bu bakteri üzerindeki etkisi ile ilgili çalışmalar da literatürde geniş yer tutmaktadır.

Yeterli miktarda kullanılan sodyum hipokloritin kök kanalında *E. faecalis* üzerinde yıkıcı etkisi olduğu rapor edilmiştir (Siqueira ve ark. 1997). %10'luk sitrik

aside eklenmiş %0,1'lik sodyum benzoate solüsyonunun *E. faecalis*'i öldürme şansını yükselttiği rapor edilmiştir (Barroso Ldos ve ark. 2004).

EDTA *E. faecalis*'e karşı fazla antimikrobiyal olmamasına rağmen kullanımı smear tabakasının kaldırılmasında etkilidir ve diğer irrigasyon ajanlarının dentin tübüllerine etkisini artırdığı bilinmektedir. Yeni bir irrigasyon solüsyonu olan MTAD, tetrasiklin izomer, asit ve temizleyici ajan içermektedir ve yapılan ön çalışmalarda *E. faecalis*'e karşı etkinliği bildirilmiştir (Shabahang ve Torabinejad 2003, Torabinejad ve ark. 2003a).

Çeşitli kanal dolgu patlarının *E. faecalis*'e karşı antimikrobiyal etkinliğinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan birinde çinko oksit ojenol esaslı bir pat olan Roth 811 patının aynı çalışmada kullanılan diğer patlara göre *E. faecalis*'e en yüksek antimikrobiyal etkinliği gösterdiği rapor edilmiştir (Mickel ve ark. 2003).

Agar difüzyon test ve direkt kontak testin kullanıldığı bir çalışmada epoksi rezin esaslı kanal dolgu patı AH Plus ve çinko oksit öjenol esaslı kanal dolgu patı Sultan, *E. faecalis*'e karşı iyi antibakteriyel etki göstermişlerdir (Cobankara ve ark. 2004).

AH Plus ve Grossman's patı ile yapılan çalışmada dentin tübüllerine penetre olmuş *E. faecalis* üzerinde bu patların etkili olduğu bildirilmiştir (Saleh ve ark. 2004).

Çalışmalara bakıldığında yeterli ve etkili bir enstrumantasyona ek olarak irrigasyon solüsyonlarının, medikamentlerin ve kanal patlarının etkili kullanımının tedavi tekrarı gerektiren kanal tedavili dişlerde *E. faecalis*'in elimine edilmesine büyük katkıda bulunabileceği görülmektedir.

Ayrıca, dişin rubber-dam ile izolasyonu, NaOCl ya da CHX ile dezenfekte edilmesi, güta perkanın kanala gönderilmeden önce NaOCl'te bekletilmesinin de olumlu katkıları olacaktır.

### 1.2.6 Mantarlar

Mantarlar, mayalar ve küfler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Mayalar tek hücreli ürerler. Küfler ise çok hücreli olarak üremektedirler. Doğal kaynakları insandır. Bitki ve topraktan da elde edilebilirler.

Mantarlar oral kavitede yaygın olarak bulunurlar. Herhangi bir oral hastalık olmasa bile yaklaşık olarak bireylerin üçte birinde mantar bulunur. En önemli oral mantarlar Candida cinsinde olanlardır. *C. albicans* en baskın tür olmakla birlikte bunu *C. glabrata*, *C. krusei*, *C. tropicalis*, *C. guilliermondii*, *C. kefyr* ve *C. parasilosis* takip eder. Oral kavite dışında gastrointestinal sistem ve vajinal kanal gibi bölgelerde de bulunurlar (Waltimo ve ark. 2004).

Candida cinsi mantarlar bifazik olarak tanımlanırlar. Maya fazında tek hücreli iken konağa girdiklerinde tomurcuklanarak ürerler. Mantar hastalıklarına kandidiyaz ya da molilyaz adı verilir. Konağa girmeden önce maya fazındaki hallerine Y fazı (Yeast phase), konak içerisindeki hallerine de M fazı (Mycelial phase) denir. *C. albicans*'ın Y fazından M fazına geçebilmesi için konak dokuya teması gereklidir (Aydin 2004).

Mantarlar fırsatçı patojenlerdir ve geniş spektrumlu antibiyotik kullanımı ya da bağışıklığın baskılanması gibi durumlara bağlı olarak normal mikrobiyatadaki dengelerin değiştiği zamanlarda enfeksiyonlara neden olabilirler (Siqueira ve Sen 2004). Mantarlar genellikle 'hastalığın hastalığı' olarak tanımlanırlar ve konağın mantar varlığından olumsuz etkilenmesi için bazı yatkınlıkların söz konusu olması gerekir (Marsh ve Martin 1999).

Mantarlar oral floranın küçük bir kısmını oluştururlar. Fungal floranın ise büyük bir kısmını Candida cinsi oluşturmaktadır. Hem sağlıklı bireylerde hem de immün sistemi baskılanmış bireylerde rastlanır. Human Immunodeficiency Virus (HIV) taşıyıcılarında görülme oranı %95 olarak bildirilmiştir (Dupont ve ark. 1992). *C. albicans*'ın ağız içerisinde birincil yaşam alanı dil sırtıdır. Mukoza, supragingiva, kök kanalı, dentin, periodontal cep gibi alanlar ise ikincil yaşam alanlarıdır.

### 1.2.6.1 Mantarların Morfolojisi

Mantarlar kemoorganotrof (enerjilerini organik kimyasallardan sağlayan) ökaryotik mikroorganizmalardır. Mayalar tek hücreli mantarlardır ve hücreleri küresel ya da oval şekillidir. Hücre bölünmesi ana hücrenin yanında tomurcuklanarak yeni bir hücre meydana gelmesi şeklindedir. Bu tomurcuklara *blastoconidia* adı verilir (Slots ve Taubman 1992).

Çalışmalarda sık rastlanan mantar türlerinden biri olan *C. albicans* tomurcuklanma ile çoğalabilmektedir. Mantarlar buldukları şartlara göre adaptasyon amaçlı morfolojik değişikliklere uğrayabilirler. Klamidospore (bir hif içerisinde oluşan eşeysiz mantar sporu) yapı da bunlardan bir tanesidir.

Hücre membranları lipit ve glikoprotein içerir. Ayrıca mitokondri, golgi cisimciği, ribozomlar, endoplazmik retikulum ve hücre duvarına da sahiptirler. Mantar hücresi yapısal olarak bitki hücresine benzer ancak kimyasal olarak benzememektedir. Mantar hücresinin duvarını yaygın olarak kitin ve N-asetilglukozamin polimeri oluşturmaktadır. Mantar hücre duvarı selüloz da içerir. Bazı mantarlarda hücre duvarındaki kitin ve selülozun yerini glukan, mannan, galaktozan, kitozan gibi polisakkaritler almıştır. Mantar hücre duvarları genellikle %80-90 civarında polisakkarit, protein, lipit, polifosfat ve inorganik iyon içeriklidir. *C. albicans*'ın hücre duvarında da karbonhidratlar, kitin, mannopteinler ve lipitler mevcuttur. Hücre duvarı *C. albicans*'ın patojenitesinde temel bir rol oynamaktadır (Chaffin ve ark. 1998).

### 1.2.6.2 Saptanmaları

Mayalar pleytler içerisinde hızlı gelişirler. Maya kolonileri sıklıkla beyaz ve sarımsı renktedirler ve genellikle bakteri kolonilerinden 2-3 kat daha büyüktürler. Görünüm olarak stafilokokkal kolonilere benzerler ancak yüzeyi stafilokok kolonilerine göre belirgin şekilde daha kurudur. Gram boyamada oral mayalar Gram-pozitif boyanırlar ve hücre boyutları 2,5-5 µm kadardır. Bakteri hücresinin boyutu

yaklaşık 0,3-0,5 µm kadardır ve bu boyut farkı ön saptamayı kolaylaştırır (Waltimo ve ark. 2004).

Şimdiye kadar oral enfeksiyonlarda en sık rastlanılan maya olan ve endodontik enfeksiyonlarda da karşımıza çıkan *C. albicans*, güvenilir ön saptama yapıldıktan sonra germ tüp testi ile tespit edilebilir. *C. albicans* için yapılan germ tüp testi, maya hücrelerinin düşük konsantrasyonda süspanse edilmesiyle gerçekleştirilir (Berardinelli ve Opheim 1985). Oral mayaların saptanmasında ticari kitler de kullanılabilir.

Kromojenik ortam, farklı maya türlerinin değerlendirilmesinde türlerin belirli bir renge boyanması için kromojenik substratlar ile takviye edilmiş maya seçici ortamıdır. Çalışmalar, bu ortamın klinik örneklerden birincil örnek alımında kullanılabilmesini belirtmektedir (Horvath ve ark. 2003). Kromojenik ortam ön saptama için kullanışlıdır ancak bütün örnekleri ayırt edememektedir.

Fenotipik tanımlama oral mayaların saptanmasında çoğu durumda geçerli ve yeterli bir saptama yöntemidir. Ancak bazı durumlarda DNA analizi esaslı yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yöntemlerden birisi PCR yöntemidir. Luo ve Mitchell (2002) PCR kullanımının patojenik mantarları kültür ortamında çok hızlı tespit ettiğini bildirmişlerdir.

### **1.2.6.3 İzolasyonu**

Kök kanalında mantarların varlığı ilk kez 1952 yılında Grossman tarafından rapor edilmiştir (Grossman 1955). Oral enfeksiyonlarda rol oynayan mayaların kültüre edilmesi ve izolasyonu kolaydır. Endodontik enfeksiyonlardaki mikrobiyolojik örneklerde mayalar koloni oluşturma birim (CFU) sayıları bakterilerle karşılaştırıldığında düşük kaldığından fazla dikkate alınmazlar (Waltimo ve ark. 2004). Peciulienė ve ark. (2001) yapmış oldukları çalışmada pek çok örnekte tüm kültüre edilebilir floranın %1'inden daha azının mayalar tarafından oluşturulduğunu bildirmişlerdir.



Endodontik örneklerden mayaların en iyi izolasyonu seçici media kullanılarak yapılmaktadır. Mayalar bakterilere göre daha geniş bir pH aralığına dayanıklılık gösterir ve bu nedenle izolasyonları için farklı seçici mediaları kullanmak mümkündür. Oral mayaların izolasyonunda en çok kullanılan Sabouraud agardır. Oldukça asidiktir. Mayaların ve asidurik organizmaların gelişimine izin veren ancak çoğu bakteriyi inhibe eden bir ortamdır. Sabouraud agarın pek çok çeşidini bulabilmek mümkündür. Saboroud dekstroz agar oral mayaların izolasyonunda en yaygın kullanılanıdır (Peciulienė ve ark. 2001). Oral mayaların en iyi geliştiği ortam 37 °C’de nemli ortamdır. Karbonhidrat oranı %5’in üzerindeki ortamlarda gelişimleri daha zayıftır, ayrıca anaerobik kapalı ortamlarda gelişimi başarısız olabilir (Waltimo ve ark. 2004).

#### **1.2.6.4 Patojenite Mekanizmaları**

Mantarlar hastalığın sebebinde rol oynayacak virulans özellikler taşırlar. Farklı çevresel koşullara adapte olabilme yetenekleri, farklı yüzeylere adezyon yapabilmeleri, hidrolitik enzimler üretmeleri, morfolojik değişim yapabilmeleri, biyofilm oluşturabilmeleri, konak savunması üzerinde immünomodulasyon yapabilmeleri gibi özellikleri nedeniyle bu mekanizmaların hastalığın patogenezinde rol oynadığına inanılmaktadır. Candida türlerinden sadece *C. albicans* insan patojenidir.

#### **1.2.6.5 Çevresel Koşullara Adaptasyonu**

Candida cinsi, özellikle de *C. albicans* değişken bir patojendir. Bu değişkenlik hayatta kalabilme becerileri ile ilişkilidir. Anatomik olarak farklı yapılar göstermelerinin sebebi farklı çevre koşullarıdır. *C. albicans* fizyolojik zorluklara uyum gösterebilmektedir. Örneğin geniş pH aralığında canlılığını devam ettirebilir. Bu özellik Candida cinsine kanın nötral pH’ında, asidik ortamlarda ve pek çok dokuda yaşama şansı vermektedir (Calderone ve Fonzi 2001). Bu adaptasyonun

sebebi çevre koşullarının dayattığı gen ekspresyonuna bağlanabilir (Siqueira ve Sen 2004).

#### **1.2.6.6 Farklı Yüzele Tutunmaları**

*Candida* cinsinde konak dokulara tutunmaya aracılık eden yüzey molekülleri mevcuttur. Bunlar mannoprotein ve glukandır. Her ikisi de *Candidalar*ın immünolojisinde önemli görevler üstlenirler. *Candida* cinsi fibronektine, fibrinojene, trombine, tip 1 ve tip 4 kollajene ve bakterilere bağlanabilir.

Bazı *Candida* türlerinin belirli oral bakterilerle bir araya gelebildiği gösterilmiştir (Bagg ve Silverwood 1986). *C. albicans*'ın *S. sanguinis*, *S. oralis*, *S. anginosus* suşlarıyla kümeleşme yapabildiği ancak *S. mutans* ve *E. faecalis*'le yapamadığı bildirilmiştir (Jenkinson ve ark. 1990, Holmes ve ark. 1995). Ayrıca *C. albicans* diğer *Candidalar*la kıyaslandığında oral mukozaya en iyi tutunan mantardır. Blastospor fazındayken konak dokuya tutunma daha fazladır. Ortamda galaktoz ya da 2 değerlikli iyonlar ( $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ ) varsa tutunma artar.

Diğer mikroorganizmalarla kümeleşme reaksiyonları ağız mukozasına ve sert dokulara tutunmada önemli bir rol oynayabilmektedir ve *C. albicans* varlığı plak oluşumunun önemli derecede artmasına sebep olmaktadır (Siqueira ve Sen 2004).

#### **1.2.6.7 Morfolojik Değişimleri**

*C. albicans* sıklıkla blastospore ve hifal yapıda olmak üzere iki şekilli (dimorfik) mantar olarak karşımıza çıksa da aslında çok şekilli (polimorfik) bir mantardır. Çünkü gelişimlerinin blastospor, germ tube, gerçek hif, yalancı hif, chlamydospor gibi pek çok morfolojik yapıda olabildiği rapor edilmiştir. Gelişim sırasındaki morfolojik yapı çevresel koşullara bağlı olarak şekillenir (Sen ve ark. 1997a, Sen ve ark. 1997b).

Maya formundan hifal forma dönüşüm önemli olsa da, enfeksiyon gerçekleşmesi için her zaman bir önkoşul değildir. Hem maya forma hem de filamentöz yapısal forma sahip *C. albicans*'ın bulunduğu enfeksiyonların çoğunun hastalığın gelişmesinde ve ilerlemesinde rol aldığı öne sürülmektedir (Calderone ve ark. 2000).

### **1.2.6.8 Biyofilm Oluşturma Yetenekleri**

*C. albicans* farklı yüzeylerde biyofilm yapabilme özelliğine sahiptir ve bu özelliği daha az biyofilm yapma yeteneği olan diğer *Candida* türlerine göre neden daha patojen olduğunu açıklayan sebeplerden biri olabilir (Haynes 2001). Biyofilm mikroorganizmaların bir yüzeye geri dönüşümsüz olarak tutunması şeklinde tanımlanır, ekzopolimerik matris içerir ve farklı fenotipik özellikler sergiler. Biyofilm yapı, oluşturduğu mikrobiyal birlik sayesinde potansiyel tehlikelere karşı koruma sağlar. Örneğin biyofilm içerisindeki hücreler, biyofilm yapı dışındaki (planktonik hücre) durumlarına göre antimikrobiyal ajanlara karşı daha direçlidirler.

### **1.2.6.9 Konak Savunmasının Etkisinden Kurtulması ve Konak Savunması Üzerinde Yaptığı Etkiler**

*C. albicans* farklı mekanizmalar kullanarak konak savunmasının etkisinden kurtulabilmektedir. Konak savunmasında *C. albicans*'a karşı en önemli enflamatuar hücre polimorfonükleer nötrofillerdir. Bu türlerin oksijen radikalleri üreterek ve degranülasyon yoluyla polimorfonükleer nötrofillerin işlevlerini yerine getirmelerini engelledikleri ve monositleri öldürdükleri gösterilmiştir (Danley ve Polakoff 1986). Bir de *Candida* türleri proteinaz üretimi yoluyla komplement faktörleri ve IgG1, IgA1 ve IgA2'yi indirgeyerek konak savunma moleküllerinin etkisinden kurtulabilirler (Chaffin ve ark. 1998).

Hücre duvarında yer alan gluklan, kitin ve mannopteinler gibi yapılar periradiküler lezyonların patogenezinde, bağışıklık sisteminde dolaylı yoldan

aktivasyon ya da baskılama etkisi yaparlar. *C. albicans*'ın proinflamatuvar sitokin sentezini uyardığı gösterilmiştir (Ashman ve Papadimitriou 1995, Dongari-Bagtzoglou ve ark. 1999). Mantarlar komplement sistemi aktive edebilirler.

#### **1.2.6.10 Primer Endodontik Enfeksiyonlarda Mantarlar**

Mantarlar birincil endodontik enfeksiyonların yaygın bir üyesi olarak rapor edilmemiştir. Yine de bazı araştırmacılar kültür ve moleküler genetik yöntemler kullanarak varlıklarını bildirmiştir.

Baumgartner ve ark. (2000) PCR yöntemini kullandıkları çalışmalarında 24 kök kanalından aldıkları örneklerin 5 tanesinde *C. albicans* tespit etmişlerdir. Yine aynı yöntemin kullanıldığı başka bir çalışmada 50 diştten yalnız 1 tanesinde mantar tespit edilmiştir (Siqueira ve ark. 2002a). Dentin tübüllerine invazyonun incelendiği bir çalışmada periradiküler lezyonlu 10 diştten 4'ünde kök kanal dentininde mayaların varlığı saptanmıştır. Bir örnekte de hifal yapılar tespit edilmiştir (Sen ve ark. 1995). Siqueira ve ark. (2002b) taramalı elektron mikroskobu ile birincil endodontik enfeksiyona sahip dişlerin mikrobiyal kolonizasyon örneklerini incelemişler ve 15 örnekten 1 tanesinde maya benzeri hücrelere rastlamışlardır.

#### **1.2.6.11 Sekonder Endodontik Enfeksiyonlarda Mantarlar**

Mantarlar birincil endodontik enfeksiyonlu dişlerde nadiren görülseler de, başarısız kök kanal tedavili dişlerde daha yaygın olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Rocas ve ark. (2008) kanal tedavisi tekrarı için gelen ve radyografik olarak apikal periodontitis gözlenen hastalarda belirlenen 17 vakadaki mikroorganizma tiplerini tespit etmişler ve 8 vakada *E. faecalis* varlığı bildirilirken, sadece 1 vakada *C. albicans* rapor etmişlerdir. Sundqvist ve ark. (1998) başarısız endodontik tedavili 24 diştten 2'sinde *C. albicans* rapor ederken benzer şartlara sahip başka çalışmalarda Molender ve ark. (1998) inceledikleri 68 örnekten 3'ünde, Pecuiulene ve ark. (2001)

periradiküler lezyonlu dişlerden alınan 33 örnekten 6'sında *C. albicans* varlığından söz etmektedirler.

Hancock ve ark. (2001) kanal tedavili kronik periradiküler dişlerde yaptıkları çalışmada 34 örnekten 1'inde *C. albicans* varlığı rapor etmişlerdir (Hancock ve ark. 2001). Yine Cheung ve Ho (2001) çalışmalarında 12 örnekten 2'sinde mantar türlerine rastladıklarını bildirmektedirler. Bu çalışmaların sonuçları dikkate alındığında mantarların endodontik tedavide kontaminasyon yoluyla kanala girebileceği ve inatçı periradiküler lezyonların etiolojisinde bulunabileceği kanısına varılabilmektedir (Waltimo ve ark. 2003).

### 1.3 Dentin Kolonizasyonu ve Enfeksiyonu

Apikal periodontitisli çekilmiş dişlerin mikroskopik değerlendirmeleri ve mantarların dentine yapışma ve dentin tübüllerini istila etme yetenekleri ile ilgili yapılan *in vitro* araştırmalar kök kanal enfeksiyonunda mantarlarla ilgili bilgilerimizi artırmaktadır. Dentin kolonizasyonu kök kanallarının enfeksiyonunda önemli bir basamak olabilir. Dentin tübüllerinin istilasını da mikrobiyal hücreleri kanal içi işlemlerin etkisinden koruyarak inatçı enfeksiyonların oluşumunda önemli bir rol oynayabilmektedir. Mantarlar ortalama olarak 1-6 µm çapa sahipken, hifalar 1.9-2.6 µm çapa sahiptirler (Sevilla ve Odds 1986, Waltimo ve ark. 1997).

Nair ve ark. (1990) ışık ve elektron mikroskopunu kullanarak kök kanalındaki mantar benzeri organizmaları ve bakterileri görüntülemişlerdir. Şen ve ark. (1995, 1997a) bakterilerin ve mantarların enfekte kök kanalındaki ve dentin tübüllerindeki varlıklarını taramalı elektron mikroskopu (SEM) çalışmasıyla göstermişlerdir. Başka bir çalışmada mantarların mine, sement, dentine tutunduğunu ve burada gelişebildiğini, smear tabakasının *C. albicans*'ın dentine tutunma yeteneğini arttırdığını bildirmektedirler (Sen ve ark. 2003). *C. albicans*'ın dentin duvarlarına tutunmasının değerlendirildiği *in vitro* bir çalışmada ise hifa formunun ve mayaların zayıf bir tutulum gösterdiği rapor edilmiştir (Waltimo ve ark.

2000). Zayıf tutulum göstermesinin sebebi NaOCl ve EDTA kullanımıyla smear tabakasının kaldırılması olarak düşünülebilir. Çünkü *in vivo* olarak *C. albicans*'ın dentinde sıkı bir penetrasyon yaptığı bilinmektedir.

#### 1.4 Biyofilm Tabakası

Biyofilm terimi bakteriler, mantarlar ve protozoalar gibi mikroorganizmaların ince bir katman halinde bir yüzey üzerinde kümeleşmesini ifade eder. Endodontik enfeksiyonlarda biyofilm oluşumu ile ilgili bilgiler sınırlıdır. Enfekte olmuş kök kanalında biyofilm yapı ilk kez Nair (1987) tarafından transmisyon elektron mikroskopu (TEM) kullanarak tanımlanmıştır.

Biyofilm oluşumu mikroorganizmaların geri dönüşümsüz olarak bir yüzeye bağlandığı ve büyüdüğü, tutunmalarını ve matriks oluşumunu sağlayan ekstrasellüler polimerler ürettiği, organizmaların fenotipinde başkalaşım ile sonuçlanan bir süreçtir (Donlan 2001). Biyofilm yapı, çevresel zorluklara uyum gösteren bir fizyolojiye sahiptir ve mikrobiyal yapısı çok çeşitlidir. İçeriğindeki mikrokoloniler rastgele dağılmazlar, karışık yapı içerisinde işlevsel bir organizasyonları vardır. Populasyonlar optimal metabolik etkileşim sağlamak için stratejik bir şekilde yerleşirler. Biyofilm içerisinde yaşam kolonize olan bakteriler için çeşitli avantajlar sunar (Marsh 2005).

Biyofilm ortamı bakterinin gelişimi için daha geniş bir yaşam alanıdır. Ayrıca erken kolonize olan bakteriler geç kolonize olanlar için ortam şartlarını pozitifçe çevirebilir. Bazı besin tiplerine ulaşmayı kolaylaştırabilir ya da çeşitli fizikokimyasal olaylarla zararlı metabolik ürünlerin ortamdan uzaklaşmasını sağlayabilir. Biyofilm içerisindeki bir bakteri türünün metabolik ürünü bir başka bakteri için besin kaynağı olabilir. Farklı türlerin ürettiği beta-laktamaz, katalaz ve proteinaz gibi enzimler biyofilm matriksinin devamlılığını sağlar ve diğer bakterileri antimikrobiyalere ve konak savunmasına karşı korur. Biyofilm matriksi fagositoza karşı da fiziksel bir bariyerdir.

Hücre-hücre işbirliği biyofilm yapı içerisindeki bakteri topluluklarında horizontal gen transferini kolaylaştırır. Biyofilm içerisindeki potansiyel mekanizmalar genetik değişikliğe aracılık eder.

Bakterinin hastalığa sebep olabilmesi için konak yüzeyine tutunması, konaktan besin sağlanması, çoğalarak dokuyu istila etmesi, konak savunmasından kaçması ya da üstesinden gelmesi ve doku hasarına sebep olması gerekir. Biyofilm yapı içerisinde bulunan bir bakteri normalde düşük bir virulansa sahip olmasına rağmen diğer türlerle bir araya gelince daha güçlü bir patojenite gösterebilir. Bu durum patojenik sinerjizm olarak adlandırılır (Brook 1986).

Tükürükte serbest halde bulunan bakteriler biyofilm tabakasının birincil mikroorganizma kaynağını oluştururlar. Bu tabakanın %85'i matriksten, %15'i mikroorganizmalardan oluşur. Matrikse ekstraselüler polimerik madde adı verilir ve polisakkaritler, nükleik asitler, proteinler ve tuzlardan oluşur. Biyofilm içerisinde yer alan mikroorganizmalar fenotip özelliklerini değiştirir, ekstraselüler polimerik madde sayesinde dış etkenlere (pH, büyüme koşulları, konağın savunma mekanizması) karşı koruma geliştirir, metabolik ve genetik paylaşımlarda bulunur ve yeterli çoğunluğa ulaştıklarında birbirleri arasında iletişime geçerler. Ancak en önemlisi, antimikrobiyal ajanlara karşı 100 ile 1000 kat arası direnç geliştirirler (Donlan ve Costerton 2002, Svensater ve Bergenholtz 2004).

Antimikrobiyal ajan biyofilm yüzeyindeki bakterileri etkileyebilir ancak derindeki bakteriler üzerinde nispeten etkisizdir. Biyofilm matriksi nötralize edici enzimlere engel olabilir, onları tutabilir ve böylece antimikrobiyal ajanları inaktive edebilir (Stewart ve Costerton 2001).

Kök kanallarında bulunan enfeksiyona planktonik mikroorganizmalar dışında biyofilm tabakasındaki mikroorganizmalar da eşlik ederler. Kanal içerisinde uygun şartlar oluştuğunda, planktonik mikroorganizmalar kanal duvarlarına tutunur, dentin tübüllerine ve yan kanallara girer, buralarda kolonize olurlar ve matriks içinde yer alarak enfeksiyonun sürekli ve kararlı bir karakter kazanmasına sebep olurlar. Endodontik biyofilmlerin içerisindeki bakteriyel hücrelerin dentin tübüllerine penetre olabildikleri sıklıkla görülmektedir. Dentin tübüllerinin çapları çoğu oral bakterinin

penetrasyonuna izin verecek genişliktedir. Apikal periodontitis lezyonlarının açıkça görüldüğü vakalarda %70-%80 oranında dentin tübüllerinde enfeksiyon varlığı rapor edilmiştir (Peters ve ark. 2001a, Matsuo ve ark. 2003). Yüzeysel penetrasyon kök kanallarında daha yaygın görülür. Bakteri hücreleri bazı dişlerde 300 µm derinliğe ulaşabilmektedirler (Siqueira ve ark. 2002b). Planktonik hücre formundaki bakterilere ulaşmak ve kanaldan uzaklaştırmak biyofilm içerisinde kanal duvarlarına, lateral kanallara, isthmuslara ve dentin tübüllerine tutunmuş bakterilere kıyasla daha kolay olabilmektedir.

Biyofilm tabakası için genişletme, yıkama ve dezenfeksiyon sırasında ek önlemler almak gerekir. Çevresel eğeleme yapmak, irrigasyon solüsyonlarının ısısını artırmak, sonik veya ultrasonikler kullanmak bu önlemler arasında düşünülebilir (Sen 2010).

## **1.5 Smear Tabakası**

Kök kanalının kimyasal ve mekanik temizleme sonucunda tamamen temizlendiği görüşü 1970'li yıllara kadar kabul görmekteydi. Ancak bu dönemde SEM kullanımıyla birlikte dentin duvarlarında tam temizlenemeyen bir tabakanın varlığı ortaya konmuş oldu.

Kök kanallarında smear tabakasının varlığı ilk kez McComb ve Smith (1975) tarafından yaptıkları SEM analizi çalışmasıyla ortaya atılmıştır. Daha sonra yapılan pek çok çalışmada bu tabakanın varlığı doğrulanmıştır.

Goldman ve ark. (1981) yaptıkları çalışmalarında smear tabakasını; dentine yapılan herhangi bir kesme veya eğeleme işlemi sonucu oluşan, yapısında çoğunlukla inorganik olmakla birlikte nekroze pulpa artıkları, odontoblast uzantıları, bakteri ve hücreler gibi organik kısmı da bulunan, yaklaşık 1 µm kalınlığında bir tabaka olarak tarif etmişlerdir.

Smear tabakası iki bölümden meydana gelmektedir. Birincisi, yüzeysel smear tabakası, ikincisi ise dentin tübülleri arasına sıkışan smear tabakasıdır. Bu



tübüler sıkışmanın, frezlerin ve endodontik aletlerin hareketiyle oluştuğu söylenmektedir. Yüzeysel smear tabakası 1-2 µm kalınlığındadır ve dentin tübüllerinin ağzında ve intertübüler dentin yüzeyinde gevşek bir şekilde tutunur. İkinci kısım smear tabakası ise derin smear tabaka adını alır. Dentin yüzeyinde 6-40 µm kadar derine ulaşabilir ve dentin tübüllerine penetre olabilir (Cameron 1983, Mader ve ark. 1984).

Smear tabakasının kaldırılıp kaldırılmaması yönünde farklı görüşler ileri sürülmüştür. Bazı araştırmacılar smear tabakasının varlığının dentinal geçirgenlikte değişikliklere sebep olarak bakteriler ve ürünlerine karşı fiziksel bir bariyer oluşturduğunu, bu etkinin bakterilerin dentin tübüllerinde ilerlemesine engel teşkil ettiğini, smear tabakasının alınmasının bakterilerin dentin tübüllerine pasif penetrasyonunu kolaylaştıracağını düşünmektedirler. Bu sebepten kaldırılmaması gerektiğini savunmaktadırlar. (Michelich ve ark. 1980, Pashley ve ark. 1981, Drake ve ark. 1994, Galvan ve ark. 1994). Diğer araştırmacılar ise smear tabakasının kanal içerisinde gevşek ve yapışık bir tabaka olması sebebiyle bakteri barındırdığını ve mikrosızıntı için bir yol oluşturduğunu düşünmektedirler (Mader ve ark. 1984, Cameron 1987, Meryon ve Brook 1990). Ayrıca NaOCl gibi dezenfektan solüsyonlarının ve kalsiyum hidroksit gibi kanal içi medikamentlerin etkinliğini sınırlayabilir.

Farklı çalışmalarda smear tabakasının kaldırılmasını destekleyen çeşitli görüşler belirtilmiştir. İçerisindeki yüksek miktarda su içeriğine bağlı olarak öngörülemeyen bir kalınlığa ve hacime sahiptir (Cergneux ve ark. 1987). Bakteri, bakteri ürünleri ve nekrotik doku içerir (McComb ve ark. 1976). Bakteri smear tabaka içerisinde barınabilir ve çoğalabilir (Brannstrom ve Nyborg 1973). Mikrobiyal iritanlar için birikim alanı olabilir (Pashley 1984). Bakteriler için substrat görevi görerek bakterilerin dentin tübüllerinin derinlerine ilerlemesine neden olabilir (George ve ark. 2005). Kanal dolgu materyali ile kanal duvarı arasında bariyer oluşturarak iyi bir örtüleme oluşmasını engelleyebilir (Lester ve Boyde 1977, Foster ve ark. 1993, Yang ve Bae 2002).

Smear tabakası hakkında yapılan çalışmaların çoğunda genel kanı, kök kanal irrigasyon solüsyonları ve medikamentlerinin etkinliğinin artırılabilmesi ve

kök kanal dolgu patlarının dentin tübüllerine adezyonunun ve penetrasyonunun sağlanabilmesi için smear tabakasının uzaklaştırılmasının gerektiği yönündedir (Gettleman ve ark. 1991, Economides ve ark. 1999, Torabinejad ve ark. 2002, Mamootil ve Messer 2007, Shenoy ve ark. 2014).

Shahravan ve ark. (2007) yaptıkları çalışmalarında, 1975 ve 2005 yılları arasında yapılmış mikrosızıntı çalışmalarını, yapılış metodlarına göre değerlendirmişlerdir. Smear tabakasının uzaklaştırılmasının; kök kanalı dolum yöntemine, kök kanal patlarının tipine veya uygulanan test yöntemine bakmaksızın istatistiksel olarak anlamlı derecede apikal ve koronal örtülemeyi artırdığını belirtmişlerdir. White ve ark. (1987) smear tabakası uzaklaştırıldığında kanal dolgu patlarının tübüller içerisine daha iyi girdiğini rapor etmişlerdir.

Kök kanal tedavisinde pulpa dokusunun yanı sıra nekrotik debrislerin ve tüm enfekte olmuş yüzeyel dentin tabakasının çıkarılması gerekmektedir. Ancak yapılan SEM çalışmalarında smear tabakasının tamamen uzaklaştırılmasının mümkün olamadığı da bilinmektedir.

Smear tabakasının uzaklaştırılmasında EDTA, sitrik asit, maleik asit, fosforik asit gibi şelasyon ajanları ile NaOCl kombinasyonlarının birlikte kullanılması önerilmektedir (Ballal ve ark. 2009, Prado ve ark. 2011). Son dönemlerde de QMix (Dentsply), SmearClear (SybronEndo) ve Tubulicid Plus (Dental Therapeutics AB) gibi smear tabakasının kaldırılmasında etkili olabilecek alternatif solüsyonlar gündemdedir.

Ayrıca smear tabakasının kaldırılmasında ve kanal içerisinde apikal bölgedeki residual dokunun uzaklaştırılmasında lazerlerden de faydalanılmaktadır (Takeda ve ark. 1998, Takeda ve ark. 1999). Lazerin etkinliği içerdiği güç miktarına, uygulama süresine, lazer ışığının dokudaki emilimine ve kök kanalının geometrik yapısına bağlıdır (Onal ve ark. 1993, Tewfik ve ark. 1993, Moshonov ve ark. 1995).

Kök kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyonu klinik açıdan önemlidir. Kök kanallarının şekillendirilmesinden sonra oluşan smear tabakasının kanal dolgu materyallerinin dentin duvarına uyumu üzerindeki etkileri hakkında

birçok çalışma yapılmış ve bu konuda farklı görüşler ileri sürülmüştür. Fakat pek çok çalışmada smear tabakasının kaldırılmasının, kanal dolgu patlarının kök kanal duvarına uyumunu arttırdığı yönündedir. Kokkas ve ark. (2004) smear tabakasının uzaklaştırılmasının kanal dolgu patının penetrasyon derinliğinde değişiklik yarattığını belirtmişlerdir.

## **1.6 Kök Kanal İrrigasyonu**

Kök kanallarının temizlenip şekillendirilmesinde kanal aletleri ile birlikte irrigasyon solüsyonlarından da faydalanılmaktadır. Kanalların temizlenmesinde irrigasyon işlemi önemli bir yer tutar. Bu irrigasyon solüsyonları kök dentini üzerinde de etkili olur ve genişletme işleminde kolaylık sağlar.

Kanal boşluğu yan kanallar, anatomik bağlantı ağları ve aksesuar kanallar gibi yapılarla karmaşık bir hal alır. Kanalın üç boyutlu bu karmaşık yapısı düşünüldüğünde yalnız mekanik temizlemenin tam etkili olamayacağı daha kolay anlaşılmaktadır.

### **1.6.1 Kök Kanal İrrigasyonunun Yararları**

Kök kanal irrigasyonunun yararları şu şekilde sıralanmaktadır (Alacam 2012a).

1- Enfekte materyal, yumuşak doku artıkları fiziksel ve kimyasal olarak uzaklaştırılır. Yıkama için kullanılan sıvılar organik debrisleri uzaklaştırarak mikroorganizmaların beslenmelerini güçleştirmekte ve böylece sayı ve türleri azaltmaktadır. İrrigasyon solüsyonlarının büyük çoğunluğu antimikrobiyal maddeler olduklarından kök kanal mikroorganizmaları üzerinde belirli bir düzeye kadar antimikrobik etki göstermektedirler. Kanaldaki artıkların mekanik ve kimyasal olarak uzaklaştırılması mikroorganizmaların yaşamaları ve çoğalmalarını güçleştirir.

2- Kanalların genişletilmesi ile birlikte irrigasyon yapıldığında debris, pulpa dokusu ve mikroorganizmaların düzensiz dentin duvarlarında tutunma yeteneği azaltılarak kanaldan daha kolay bir şekilde boşaltılabilmeleri sağlanır.

3- Kök kanallarının biyomekanik preparasyonlarında ulaşılamayan kanal ayrıntıları ve yan kanallarda bulunan artık organik materyallerin eritilmesi ve bu alanların temizlenmesini sağlar.

4- Kanal aletlerinin çalışmaları kolaylaşmaktadır. Kök kanallarının ısıtılması ile işlemsel yanlışlar azalmakta, aletlerin üzerinde biriken talaşların aletin kesme etkinliğini olumsuz etkilemesinin önüne geçilmekte, debrislerle oluşan tıkanmalar ve apikal taşmalar daha ender görülmektedir. Böylece akut iltihaplaşma olasılığı azaltılmış olmaktadır.

5- Kanalda kullanılan antiseptik pansumanların etkinlikleri artırılmaktadır. Bazı sıvılar smear tabakasını uzaklaştırabilmekte, böylece dezenfektanların dentin kanalları içerisine yayılması kolaylaşmaktadır.

6- Kanallardaki işlemler irrigasyon ajanı dolu bir ortamda gerçekleştirildiğinde dentin talaşları pulpa odasına doğru yükselir ve kolayca uzaklaştırılır. Böylece talaşların apikal bölümde birikmesi ve tıkanma oluşturma olasılığı azalır.

7- Irrigasyon ajanlarının dişleri ağartma özellikleri de göz önüne alınmalıdır. Bu özellik dişlerin kanal tedavisinden sonra renklerini yitirmelerini önemli ölçüde engeller.

8- Eğelerin kanal ayrıntılarına ve dallanmalarına tam olarak uymaları güç olduğundan irrigasyon ajanlarının eritici özellikleri geride kalan yumuşak dokuyu ortadan kaldırarak tam bir boşaltmayı ve dolgu maddesinin bu bölgelere daha uygun olarak yerleştirilmesini sağlayabilmektedir. Böylelikle kanal dolgusu daha çabuk, kolay ve emin bir şekilde yapılabilenekte, adezyon arttırılabilmektedir.

Kök kanallarında irrigasyon solüsyonu olarak pek çok solüsyon denenmiştir. Kullanılan solüsyonlardan ortak beklenti organik ve/veya inorganik yapıların çözünürlüğü üzerinde etki göstererek kanallarda antibakteriyel etki sağlanmasına

katkıda bulunmalarıdır. Bunlar arasında en yaygın olanı halen NaOCl'tir. Bunun dışında smear tabakası gibi inorganik yapılar üzerinde etkisi kanıtlanmış EDTA, REDTA, EDTAC, sitrik asit, SmearClear (SybronEndo) v.b. şelasyon ajanları ve yine smear tabakasını kaldırmada tannik asit, laktik asit, poliakrilik asit v.b. solüsyonlar denenmiştir. Oksitleyici solüsyonlar; oksijenli su, karbamid peroksit v.b kullanılmıştır. Geniş spektrumlu antimikrobial bir ajan olan Klorheksidin (CHX), son yıllarda doksisinil içerikli MTAD ve karışım şeklinde sunulan QMix 2in1'de kullanılmaktadır.

### **1.6.2 Sodyum Hipoklorit (NaOCl)**

Doğada, klorin yaygın bir elementtir. Serbest halde bulunmaktadır ancak sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyumla bileşik yapmış halde de bulunur. İnsan vücudunda klorin bileşikleri nonspesifik bağışıklık savunmasının bileşiklerindedir. Potasyum hipoklorit kimyasal olarak ilk bulunan sulu klorin solüsyondur. 18. yüzyılın sonlarına doğru endüstriyel olarak üretimine başlanmıştır. Hipoklorit solüsyonları ilk önceleri beyazlatma ajanı olarak kullanılmıştır. 19. yüzyılın sonlarından itibaren hipokloritin dezenfektan olarak kullanılması yaygın olarak kabul görmüştür. 1. Dünya Savaşı'nda kimyager Henry Drysdale Dakin ve cerrah Alexis Carrel, tamponlanmış % 0,5'lik NaOCl'i enfekte yaraların yıkanmasında kullanmıştır. Bundan sonraki dönemde NaOCl daha yaygın hale gelmiştir (Rutala ve Weber 1997).

Hipoklorit preparasyonları geniş bir spektruma sahip olmanın yanı sıra sporisidal ve virüsidal etkiye de sahiptirler. Nekrotik dokular üzerinde canlı dokulara kıyasla daha fazla çözücü etki gösterirler. Sahip olduğu bu özellikler 1920'lerin başından itibaren NaOCl'in, endodontide başlıca kök kanalı irrigasyon solüsyonu olarak kullanımına imkan sağlamıştır. Ayrıca, NaOCl solüsyonu ucuzdur, kolay elde edilebilir ve iyi bir raf ömrüne sahiptir.

Kloramin-T ve sodyum dikloroizosiyanürat gibi diğer klorin serbestleyen bileşiklerin de endodontide kullanılması önerilmiştir. Fakat genel olarak kabul

görmedikleri gibi, bu bileşikler hipokloritle karşılaştırıldıklarında daha az etkili oldukları görülmüştür (Zehnder 2006).

### **1.6.2.1 Antibakteriyel Etkinliği**

NaOCl geniş spektrumlu bir antibakteriyel ajandır. Antimikrobiyal etkisini hücre proteinlerini oksitleyerek ve hidrolize ederek göstermektedir. Yapılan çalışmalarda vejetatif bakteriler, spor formu bakteriler, mantarlar, protozoa ve virüslere karşı oldukça etkili olduğu bulunmuştur (Siqueira ve ark. 2000a, Frais ve ark. 2001, Gomes ve ark. 2001). NaOCl'e su ilave edildiğinde meydana gelen hipokloroz asit (HClO), aktif klor içeren güçlü bir okside edici ajandır. Ortaya çıkan aktif klor, bakteri hücreesindeki önemli enzimlerin sülfidril gruplarında geri dönüşümsüz oksidasyona neden olarak hücrenin metabolik işlevini bozmaktadır (Gomes ve ark. 2001, Siqueira ve ark. 2000, (Heling ve Chandler 1998). Antibakteriyel etkinlik sağlayan aktif klor konsantrasyonu, zamana ve NaOCl'in sulandırılmasına bağlı olarak azalmakta ve ısıtma sonucu materyalin yapısındaki suyun buharlaşmasından dolayı ısıtılma süresi ile doğru orantılı olarak bu etkinlik artmaktadır (Gomes ve ark. 2001). Isı ve pH gibi faktörleri sabit tutarak NaOCl'in yoğunluğu arttırılırsa antibakteriyel etkinliği artar (Siqueira ve ark. 2000).

### **1.6.2.2 Endodontik Kullanımdaki Konsantrasyonu**

NaOCl'in organik artıklara karşı çözücü etkisinin iyi olması, antiseptik olması ve düşük yüzey gerilimi gösterdiği için dentine difüzyonunun kolaylığı irrigasyon solüsyonu olarak tercih edilmesini artırmaktadır. A.B.D'de yapılan bir araştırmada kanal tedavisinde irrigasyon solüsyonu olarak NaOCl kullanımı %87 ile ilk sıradadır (Whitten ve ark. 1996).

NaOCl'in antibakteriyel etkinliği ve doku çözebilme kapasitesi konsantrasyon miktarı ile ilişkilidir. Genel olarak NaOCl'in %0,5 ile %5,25 arası değişen konsantrasyonları kullanılmaktadır. NaOCl'in konsantrasyonu ile toksisitesi

doğru oranda artmaktadır. Kullanım konsantrasyonun etkinliği ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır.

Yeşilsoy ve ark. (1995) yaptıkları çalışmada kök kanallarında çok sık karşılaşılan mikroorganizmalara karşı % 0,5, % 2,5 ve % 5,25 konsantrasyonlardaki NaOCl'in etkisini değerlendirmişler, % 5,25 konsantrasyondaki NaOCl'in birçok mikroorganizma üzerine etkili olduğunu ve % 0,5 konsantrasyonunda ise etkinliğin en az olduğunu bildirmişlerdir. Rosenfeld ve ark. (1978) NaOCl'in doku çözünlüğünü değerlendirdikleri çalışmada % 5,25'lik konsantrasyonunun vital dokuları da çözebildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, nekrotik dokuları çözebilme etkinliği açısından % 5,25'lik konsantrasyon, % 2,6'lık, % 1'lik ve % 0,5'lik konsantrasyonlara göre belirgin olarak etkin bulunmuştur. Siqueira ve ark. (2000a) yaptıkları *in vitro* çalışmada % 1, % 2,5 ve % 5,25 konsantrasyonlarındaki NaOCl solüsyonunun *E. faecalis* üzerindeki antibakteriyel etkinliğini karşılaştırmışlar; enfekte kök kanalında kullanılan üç ayrı NaOCl konsantrasyonunun antibakteriyel etkinliği arasında bir fark olmadığını ancak irrigasyon solüsyonunun konsantrasyonu arttıkça antibakteriyel etki hızının arttığını bildirmişlerdir. İrrigasyon solüsyonlarının antibakteriyel etkinliğinin karşılaştırıldığı *in vitro* bir çalışmada %6'lık NaOCl'in 10 saniye uygulama ile bakteri miktarını önemli ölçüde azalttığı, 30 saniye uygulandığında ise bakterileri tamamen yok ettiği rapor edilmiştir (Morgental ve ark. 2013).

NaOCl'in etkinliğinin artırılmasının yollarından biri de düşük konsantrasyonlu solüsyonun ısısını artırmaktır. Isının artırılması solüsyonun hızlı doku çözme kapasitesini artırır (Abou-Rass ve Oglesby 1981). Isıtılmış NaOCl solüsyonları aynı konsantrasyonda ısıtılmamış olanlara göre organik debris dentinden daha etkili şekilde uzaklaştırır (Kamburis ve ark. 2003).

NaOCl'in dentin üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada %5,25'lik NaOCl, fizyolojik serumla karşılaştırıldığında insan dentininde elastik modülü önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Zehnder 2006).

Şen ve ark. (1999) % 1 ve % 5'lik NaOCl'in kök kanallarında antifungal etkisi üzerine yaptıkları in vitro çalışmada, her iki konsantrasyondaki NaOCl solüsyonunun da bir saat içinde antifungal etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Konsantrasyon miktarları ile ilgili başka bir çalışmada NaOCl'in % 5,25'lik konsantrasyonunun yüksek oranda sitotoksik olduğu, % 0,5'lik konsantrasyonunun ise daha güvenilir olduğu belirtilmiş ancak toksik olmayan % 0,5'lik NaOCl'in *S. auerus* üzerine etkili olmadığı bildirilmiştir (Yesilsoy ve ark. 1995).

NaOCl solüsyonunun konsantrasyon miktarı arttıkça etkinliği de artacaktır ancak klinik kullanımda aynı oranda toksik etkinin de artacağı göz önüne alındığında %6'lık solüsyonun klinik kullanımı halen tartışmalıdır. NaOCl'in etkin klinik kullanımında genel görüş ise %1 ile %5,25 arasında bir solüsyonu tercih etmek ve konsantrasyon miktarı düşük olan solüsyonun uygulama süresini uzun tutarak kullanmak şeklindedir.

### **1.6.3 Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA)**

EDTA bir şelasyon ajanıdır. Şelasyon maddeleri dentindeki Ca<sup>++</sup> iyonları ile birleşerek şelat tuzları oluşturur. Bu etkileşimden dolayı kanal duvarlarının enstrümantasyona daha az direnç gösterebileceği düşünülmektedir.

EDTA dışında en çok bilinen şelasyon ajanları; sitrik asit, REDTA (sulu bir taşıyıcı içerisinde sodyum hipokloritle tamponlanmış EDTA içerir) ve Rc-Prep (üre peroksit ve EDTA içerir)'dir.

EDTA, endodontide ilk kez 1957 yılında Nygaard-Østby tarafından dar ve kalsifik kanalların preparasyonunu kolaylaştırmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Kök kanal dentinini kimyasal olarak yumuşatmakta, smear tabakasını uzaklaştırmakta ve dentinin geçirgenliğini artırmaktadır.

Spano ve ark. (2009) %15'lik EDTA'nın smear tabakasını kaldırmada en etkili solüsyon olduğunu belirtirken Sen ve ark. (2009) %1 ile %15 arasında değişen



farklı oranlardaki EDTA'in smear tabakasını kaldırmadaki etkinliğinin birbirinden farklı olmadığını rapor etmişlerdir.

EDTA'in smear tabakasının inorganik elementlerini, NaOCl'in ise organik komponentleri uzaklaştırma özelliğinden dolayı her iki irrigasyon solüsyonunun birlikte kullanılması kanal temizlemede etkinliği artırmaktadır. EDTA az miktarda da olsa antibakteriyel etkinliğe sahiptir. Niu ve ark. (2002) yapmış oldukları bir çalışmada bir grup dişte sadece EDTA, diğer grupta EDTA ve NaOCl solüsyonunu birlikte kullanmış ve SEM ile incelenen örneklerde debris uzaklaştırmadaki etkinliğin EDTA ve NaOCl kullanılan grupta, sadece EDTA kullanılan gruba göre daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir.

### **1.6.3.1 Dentin Geçirgenliği ve Sertliği Üzerindeki Etkisi**

EDTA normal şartlarda tek başına smear tabakasını kaldırmaya yeterli değildir. Organik içeriğin kaldırılabilmesi için NaOCl gibi bir proteolitik ajanın kullanılması gerekir. Yalnız NaOCl kullanılan irrigasyonlarda da yine smear tabakasının yeterli uzaklaştırılmadığı bilinmektedir.

Smear tabakası NaOCl ve EDTA ile uzaklaştırıldığında dentin geçirgenliğinin arttığı ve kanal dentini ile kök kanal dolgusu arasındaki sızıntı ihtimalinin de azaldığı söylenmektedir. Ayrıca bazı lateral kanallar da doldurulabilmektedir. SEM araştırmaları preparasyon süresince EDTA kullanımının dentin tübül ağzlarının açılmasını sağladığını göstermiştir (Goldberg ve Abramovich 1977, Hottel ve ark. 1999).

Öte yandan EDTA'in dentin yüzeyinde olumsuz etkilerinin olduğu da savunulmaktadır. EDTA ile yapılan irrigasyon sonrasında dentin yüzeyinde önemli ölçüde erozyon oluştuğu da bildirilmiştir (Torabinejad ve ark. 2003b). Başka bir çalışmada EDTA uygulamasından sonra 50µm derinliğe kadar demineralizasyon gerçekleştiği gösterilmiştir (Hulsmann ve ark. 2003). Smear tabakasının EDTA ile eritilmesi sırasında meydana gelen kristal yapının dentin tübüllerine kalsiyum fosfat kristali olarak çöktüğü varsayılmaktadır. Distile su içerisinde bekletilen dişlerde bu

kristal yapının eridiği ve difüzyon oranının tekrar arttığı bildirilmiştir (Galvan ve ark. 1994).

Pawlica (1982) şelasyon ajanlarının dentinin mikrosertliğini dūřürdüđünü bildirmiştir. EDTA'in kullanımından sonra dentinin mikrosertliğinde azalma olduğunu belirten farklı çalışmalar da mevcuttur (Ari ve ark. 2004, Eldeniz ve ark. 2005, Cruz-Filho ve ark. 2011). şelasyon ajanının uygulanma süresinin dentin mikrosertliği üzerinde etkisine bakılan bir çalışmada EDTA'in 3 dakikadan sonra önemli ölçüde sertliği azalttığı söylenmektedir (De-Deus ve ark. 2006).

### **1.6.3.2 Antibakteriyel Etkinliği**

EDTA'in antibakteriyel etkinliği yoğunluk ve pH'sına bağlı olmakla birlikte sınırlıdır. Bu etkinin bakteri dış membranındaki katyonların şelasyonu nedeniyle olduğu öngörülmektedir. Kuvvetli bir bakterisid ajan değildir ancak gram negatifler üzerinde az da olsa etkilidir. Gram negatif bakterilerin hücre membranındaki katyonlarla birleşerek hücre dengesini bozar. Gram pozitifler üzerinde etkisi yoktur.

Arias-Moliz ve ark. (2008) EDTA'in 60 dakika temas halinde bile *E. faecalis* üzerinde etkili olamadığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada EDTA'in antimikrobiyal etkisinin maleik asit ile aynı olduğu rapor edilmiştir (Ballal ve ark. 2011).

EDTA dentin tübüllerinin girişindeki smear tabakasının daha kolay uzaklaşmasını sağlayarak diğer irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin artırılmasına katkıda bulunur. Sadece NaOCl ile yapılan irrigasyonlara göre EDTA'in NaOCl ile birlikte kullanımının daha iyi antibakteriyel etkisi olduğu rapor edilmiştir (Yoshida ve ark. 1987).

## 1.7 Kök Kanallarının Doldurulması

Kök kanallarının doldurulmasında günümüzde yaygın olarak güta perka kullanılmaktadır. Yarı katı yapıdadır ve yüz yılı aşkın süredir dental materyal olarak kullanılmaktadır. İçeriğinde yaklaşık olarak %19-%22 güta perka, %59-%79 çinko oksit, %1-%17 ağır metal tuzları ve %1-%4 oranında da mum ya da rezin bulunmaktadır. Güta perkayı kök kanallarının doldurulmasında hem katı formda hem de yumuşatılmış formda, kullanmak mümkündür. Kanal dolum yöntemleri; soğuk lateral kondensasyon yöntemi, ısıtılmış güta perkanın vertikal sıkıştırılması yöntemi, geniş açılı tek kon yöntemi, kök kanallarının ısıtılmış güta perka ile doldurulduğu yöntemler, termomekanik kondensasyon yöntemi, termoplastik enjeksiyon yöntemi (Ultrafil, Obtura II), güta perka taşıyıcı sistemler yöntemi (Termafil, Successfil), bir çözücüde yumuşatılmış güta perka yöntemi olarak sıralayabiliriz.

### 1.7.1 Lateral Kondenzasyon Yöntemi

Kök kanal dolumunda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Dolum sırasında çalışma boyu kontrol edilebilir olduğundan pek çok klinik vakada kullanılmaktadır (Gilhooly ve ark. 2001). Bu önemli bir avantajdır ancak kanalın düzensiz bir şekilde doldurulması, fazla kuvvet uygulandığında kök kırığı riski olması ve zaman alıcı olması dezavantajlarıdır. Bu yöntemde güta perka ile birlikte klinik kullanımı kabul görmüş herhangi bir pat kullanılabilir.

Kanalın doluma hazır hale gelmesinin ardından kanalın çapına ve boyuna uygun bir standart kon seçilir. Ana kon olarak seçilen ilk kon kanal boyuna gitmeli ve sıkışmalıdır. Ana kon yerleştirildikten sonra radyograf alınarak çalışma boyu doğrulanır. Kanal tekrar yıkanır ve paper pointlerle kurulanır. Pat kanal duvarlarına bulanır ve ana konun ardından seçilen spreader kanal boyundan 1-2 mm kısa olacak şekilde kanala gönderilir. Uygun yardımcı konlar spreaderın açtığı boşluğa gönderilir. Bu şekilde spreader kanalda koronal üçtebirden daha ileri gidemeyene kadar devam edilir. Parmak spreader kullanımını daha iyi dokunma hissi sağlar ve el spreaderı kullanımına göre kökte kırılma riskini azaltır (Dang ve Walton 1989,

Lertchirakarn ve ark. 1999). Kanal dolununun tamamlanmasının ardından fazla güta perka ısıtılmış bir aletle uzaklaştırılır ve kanal ağzındaki güta perka da kanal içerisine doğru vertikal kuvvet uygulanarak sıkıştırılır.

Lateral kondensasyon yöntemi kullanılarak kanal dolgu patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunun değerlendirildiği pekçok çalışma mevcuttur (Sevimay ve Dalat 2003, Patel ve ark. 2007, Ordinola-Zapata ve ark. 2009, Emmanuel ve ark. 2013, Roy ve ark. 2014).

### **1.7.2 Geniş Açılı Tek Kon Yöntemi**

Kanal dolum yöntemlerinden biri de tek kon yöntemidir. Tek kon yöntemi birden fazla güta perkanın kanala uyum sağlayamayacağı durumlarda, çok dar kanallarda, çalışma süresi çok kısa olan patların kullanılması durumunda tercih edilen bir dolum yöntemidir. Ayrıca döner alet sistemlerine uyumlu egelerle yapılan genişletmelerde son kullanılan aletin konikliği ile uyum gösteren uygun güta perkalar kullanılarak da tek kon ile dolum tekniğini uygulamak mümkündür. Uygulama kolaylığı olan ve zaman kazandıran bir yöntemdir.

Son kullanılan ege ile aynı boyutta bir güta perka seçilerek dezenfekte edildikten sonra kanala gönderilir. Uygun alışma boyu ayarlandıktan sonra pat ile birlikte kanala uygulanır. Sıcak bir alet ya da özel rezistanslı uca sahip aletlerle koronaldeki fazla kısım uzaklaştırılır. Ardından plugger yardımıyla vertikal sıkıştırma yapılabilir.

Yapılan bir çalışmada .06 açılı güta perka kullanılan tek kon tekniğinin lateral kondensasyon yöntemi ile kıyaslanabilir olduğu ve hem çekilmiş dişlerde hem de rezin bloklar üzerinde benzer sonuçlar alındığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada .06 açılı güta perkalarla hızlı kanal dolgusu yapılabilirdiği rapor edilmiştir (Monticelli ve ark. 2007). Tek kon yöntemi ve Sistem-B kullanılarak iki farklı içeriğe sahip kanal dolgu patının dolgu materyali ile dentin arasındaki arayüz uyumunun değerlendirildiği bir çalışmada epoksi rezin içerikli patın her iki doldurma yöntemi ile de iyi sonuç verdiği gösterilmiştir (Cavenago ve ark. 2012). rtleme yeteneğine

bakılan in vitro bir çalışmada kök kanalları hem lateral kondensasyon yöntemi hem de açılı tek kon yöntemi kullanılarak doldurulmuş ve tek kon tekniği kullanılan grubun değerlerinin daha iyi olduğu rapor edilmiştir (El Sayed ve ark. 2013).

Guinesi ve ark (2014) yaptıkları çalışmalarında tek kon yönteminde patın kanala uyumlanmasında en uygun yöntemin lentülo kullanımı olduğunu, patın güta perka ile kanala taşınmasının fazlaca boş alanlara sebep olduğunu belirtmişlerdir. Maksiller ve mandibuler molar dişlerin farklı kanallarında dolum kalitesinin incelendiği bir çalışmada lateral kondensasyon tekniği ve tek kon tekniği karşılaştırılmış ve dolum teknikleri arasında, dolum kalitesini etkileyen bir fark olmadığı rapor edilmiştir (Horsted-Bindslev ve ark. 2007).

## **1.8 Kanal Dolgu Patları**

Kök kanalında, dentin duvarı ile kullanılan kanal dolgu materyali arasında boşlukların doldurulmasında kanal dolgu patlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca kanal dolgu patları kanal içerisindeki düzensizlikleri, yan kanalları ve aksesuar kanalları, lateral kondensasyon yönteminde güta perkalar arası boşlukları doldurmada da etkindirler.

Kanal dolgu patları biyouyumlu ve periapikal dokular tarafından iyi tolere edilebilir olmalıdır. Bütün kanal dolgu patlarının yeni karıştırılmış formları toksik etki gösterebilir ancak toksisiteleri sertleşirken önemli ölçüde azalır. Sertleştiklerinde kanal duvarlarına tutunmaları iyi olmalıdır. Yavaş sertleşmeli ve doku sıvılarında çözünmemelidir. Periapikal bölgeye taşkınlıklarda rezorbe olabilmesi beklenir. Hermetik örtüleme yapabilmelidir. Gerektiğinde kanaldan tekrar çıkarılabilmelidir. Bakteriostatik etki gösterebilmeli ve kanal içerisinde yapılan temizliğe rağmen kalan mikroorganizmalar üzerinde mikrobiyal kontrolü sağlayabilmelidir.

Bu amaçlar göz önünde bulundurularak geçmişten günümüze kadar farklı formüllerde kanal dolgu patları üretilmiştir. Kanal dolgu patlarını içeriklerine göre sınıflamak mümkündür. En çok bilinenleri çinko oksit ojenol, kalsiyum hidroksit,

cam iyonomer ve resin esaslı kanal dolgu patlarıdır. Son dönemlerde de biyoseramik esaslı patlar gündemdedir.

### **1.8.1 Kanal Dolgu Patlarının Sınıflandırılması**

#### **1.8.1.1 Çinko Oksit Öjenol İçerikli Kanal Dolgu Patları**

Bu patlar kanal tedavisinde uzunca bir süre başarılı bir şekilde kullanılmışlardır. Periapikal dokulara taşıklarında absorbe edilebilirler (Augsburger ve Peters 1990). Sertleşme süreleri uzundur (Allan ve ark. 2001) ve sertleşirken büzülürler (Kazemi ve ark. 1993). Diş yapısını boyarlar (Davis ve ark. 2002). Bu grup patların en önemli özelliği antimikrobiyal etkinlikleridir (Barkhordar 1989, Heling ve Chandler 1996, Mickel ve ark. 2003).

İlk çinko oksit öjenol kanal dolgu patı Rickert ve Dixon tarafından üretilmiştir. Toz ve likitten oluşan bu pat radyoopasite sağlamak için gümüş partikülleri içermektedir. Patın en büyük dezavantajı diş yapısını boyamasıdır. Pulp Canal Sealer (SybronEndo), Grossman patı ayrıca Roth's patı, Tubli-Seal (SybronEndo), Tubli-Seal EWT, Procosol (Procosol, Inc. Philadelphia, PA), Wash's patı (Balas Dental, Chicago, IL) çinko oksit öjenol içerikli kanal dolgu patlarının en çok bilinenleridir.

Antibakteriyel etkinliği artırılmış çinko oksit öjenol kanal dolgu patları ise EndoSeal (Ultradent Inc, South Jordan, UT, A.B.D.), N2 (Indrag-Agsa, Lozan, İsviçre), Endomethasone (Septodent, Saint Maur des Fosses, Fransa), Endofill (Produits Dentaires SA, Vevey, İsviçre) olarak sıralanabilir.

#### **1.8.1.2 Kalsiyum Hidroksit İçerikli Kanal Dolgu Patları**

Kalsiyum hidroksit içerikli kanal dolgu patları tedavi edici etkiye sahiptir. Antibakteriyel etkinliklerinin yanında osteojenik ve sementojenik potansiyeli de

bulunmaktadır. Ancak bu özellikleri tam kanıtlanamamıştır. Çinko oksit ojenol içerikli kanal dolgu patlarına göre daha az toksik oldukları söylenmektedir. Tedavi edici etkilerinin olabilmesi için kalsiyum hidroksitin  $Ca^{++}$  ve  $OH^-$  iyonlarına çözünmesi gerekmektedir. Ancak o zaman da kök kanal dolununun yapısal bütünlüğü bozulabileceğinden, bu patların kullanımı tartışmalıdır.

Calciobiotic root canal sealer (CRCS) kalsiyum hidroksit de içeren çinko oksit ojenol içerikli bir kanal dolgu patıdır. Sealapex (SybronEndo) kataliz/base sistemdir. Baz kısmı kalsiyum hidroksit, çinko oksit, bütil benzen, sülfonamid içerir. Katalizör kısmı ise radyoopasite sağlayan baryum sülfat ve titanyum dioksidin yanı sıra izobütil salisilat, disalisilat, bizmut trioksit içermektedir. Apexit ve Apexit Plus (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) bir aktivatör içermektedir ve base kısmı da kalsiyum hidroksit içeriklidir. Acroseal (Septodont, Saint-Maur des Fosses, France) suda çözünmez. Gelişmiş epoksi matriks yapı periapikal iyileşmeyi hızlandırmaktadır. Ojenol içermediği için adeziv materyallerle daha uyumludur.

### **1.8.1.3 Cam İyonomer İçerikli Kanal Dolgu Patları**

Cam iyonomer simanlar ilk kez 1972 yılında Wilson ve Kent tarafından tanıtılmıştır (Wilson ve Kent 1972). Mine ve dentine bağlanabilmesi, florid salınımı yapması ve biyouyumluluğu ile dikkat çekmiştir. Cam iyonomerlerin kimyasal yapıları değiştirilerek fiziksel özelliklerinde değişiklikler yapmak mümkündür. Bu durum uygulama alanlarının genişlemesini sağlar ve dişhekimliğinin farklı alanları için uyarlanabilirler. Simanın mine ve dentin üzerinde fizikokimyasal bağlanma özelliği vardır (Alacam 2012b). Materyalin olumlu özelliklerinden yola çıkılarak 1979 yılında Pitt Ford tarafından güta perka ile birlikte kanal dolgu patı olarak kullanımı önerilmiştir. 1991 yılında ilk cam iyonomer esaslı kanal dolgu patı üretilmiş ve günümüze kadar geliştirilmiştir.

Ketac-Endo (3M ESPE, Minneapolis, MN) uzun çalışma süresine ve iyi radyoopasiteye sahiptir. Patın dezavantajı, kanalın sökülmesi gerektiğinde kanaldan uzaklaştırılması çok zordur. Ayrıca düşük antimikrobiyal etkinliğe sahiptir. Aktiv GP

(Brasseler, Savannah, GA, A.B.D.) cam iyonomer emdirilmiş gütaları bulunan cam iyonomer içerikli bir kanal dolgu patıdır. Bu gütá sistemi dentin duvarı, pat ve gütá perka arasında monoblok bir yapının oluşmasını sağlar. Endion (Voco, Cuxhaven, Almanya) likit kısmı su olan bir pattır. Çalışma süresi ve radyoopasitesi diğer cam iyonomer esaslı kanal dolgu patlarına göre fazladır.

#### **1.8.1.4 Rezin İçerikli Kanal Dolgu Patları**

Rezin içerikli kanal dolgu patları uzun zamandır kullanılmaktadır. İyi adezyon sağlarlar ve öjenol içermezler.

AH 26, 1954 yılında Schroeder tarafından kullanıma sunulmuştur. Toz ve likit formundadır. Karıştırma oranı toz/likit: 3/1 olarak önerilmektedir. Toz kısmı gümüş, titanyum oksit, heksametilen tetramin, likit kısmı bisfenol diglisidil eter içermektedir. Toz kısmına radyoopaklık sağlamak için bismud oksit eklenmiştir. Yavaş sertleşen epoksi rezin içerikli, sertleşirken formaldehit salınımı yapan bir pattır (Spangberg ve ark. 1993, Koch 1999). Bisfenol diglisidil eter heksametilen tetraminle birleşerek polimerize olur ve bu sırada bir miktar formaldehit açığa çıkar. Bu formaldehit miktarı çinko oksit öjenol içerikli kanal dolgu patlarının paraformaldehit miktarından çok düşüktür (Alacam 2012b). Çalışma süresi yaklaşık 4,5 saat, sertleşme süresi 12-48 saattir. Formaldehit içerikli kanal dolgu patları formaldehit salınımı sayesinde antimikrobiyal özellik göstermektedir, ancak formaldehitin çevre dokular için nekrotik etkisinin olabileceği bildirilmektedir (Hauman ve Love 2003). Sertleştikçe toksisitesi azalmaktadır (Koch 1999). Akışkan olduğu için kullanım kolaylığı sunar ve dentin tübüllerine iyi penetre olur. Gümüş içeren formu dişlerde renklenmeye sebep olduğu için daha sonra gümüş içermeyen formu üretilmiştir. AH 26'nın sitotoksitesi sertleşme evresi ile ilişkilidir. Sertleşme sonrasında ya az sitotoksiktir ya da hiç toksik değildir. Sitotoksitesi donma sırasındaki formaldehit çıkışı ile ilişkilidir. Mutajenitesi ise karıştırıldıktan hemen sonra görülmektedir ve hastalar için risk oluşturmamaktadır (Alacam 2012b).



AH Plus ise AH 26'nın formaldehit salınımı yapmayan modifiye edilmiş halidir. Bu patta toz/likit formu yerine pat/pat formu tercih edilmiştir. Bu patlar homojen olacak şekilde eşit oranlarda karıştırılır. Çalışma süresi 4 saat, sertleşme süresi 37 °C'de 8 saattir. Radyoopasitesi AH 26'dan fazladır. İki patın karıştırılmasıyla reaksiyon başlar. Reaksiyondan geriye artık monomer kalmadığı söylenmektedir (Alacam 2012b).

Epoksi rezin esaslı AH Plus kanal dolgu patı endodontide yaygın olarak kullanılmaktadır. İyi örtüleme, görünür radyoopasite, kolay uygulanabilme, iyi dayanıklılık, boyutsal stabilite, yüksek akışkanlık, düşük çözünürlük, iyi adezyon gibi avantajlar sunar. Tatmin edici bir biyouyuma sahiptir. Çevre dokularda yeni karıştırıldığında orta düzey iltihabi tepki oluşturur (Leonardo ve ark. 1999, Miletic ve ark. 2005).

EndoREZ (Ultradent Products, South Jordan, UT) metakrilat rezin içerikli hidrofilik özellikte bir kanal dolgu patıdır. EndoREZ kanal dolgu patı kendi rezin kaplı güta perka konları ile birlikte kullanıldığında kendiliğinden sertleşme özelliği olan EndoREZ, kanal duvarlarına ve kor materyale çok iyi tutunur. Işıkla sertleşen formu da bulunur.

Diaket (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, Amerika), bizmut oksit ve çinko oksit tozları içeren bir pattır. Likit kısmı B-diketon içerir. Visköz yapıda ve biyouyumludur. Sertleşme süresi kısadır. Bu bakımdan çalışma süresinin uzun olduğu kanal dolgu tekniklerinde tercih edilmez.

Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT) ve RealSeal (SybronEndo, Orange, CA) metakrilat rezin içerikli kanal dolgu patlarıdır. Metakrilat rezin içerikli kanal dolgu patları, dentine adezyon teknolojisi temel alınarak yakın zamanda geliştirilmiştir. Kanal duvarlarının daha iyi örtülenmesi ve kök yapısının güçlendirilmesi hedef alınmıştır (Tay ve ark. 2006, Nagas ve ark. 2009). Kök kanal duvarlarına uzun dönem örtüleme yeteneği ve sıkı adaptasyon kanal dolgu patlarının öncelikli özelliklerindedir (Shrestha ve ark. 2010, Nawal ve ark. 2011).

RealSeal kanal dolgu patı güta perka ve geleneksel patlara bir alternatif olarak üretilmiştir. RealSeal sistemi primer, pat ve kor materyalden oluşur (Shipper ve ark. 2004, Shipper ve Trope 2004) ve kanal duvarları, pat ve kor arasında monoblok yapı oluşturduğu ne sürülmektedir (Tay ve Pashley 2007). RealSeal kanal dolgu patı üretan dimetakrilat, polietilen glikol dimetakrilat, etoksilatlı bifenol A dimetakrilat, Bisfenol A glisidil metakrilat rezinler, silan içerikli baryum borosilikat, baryum sülfat, silika, kalsiyum hidroksit, amin içerikli bismud oksiklorit, peroksit, photo initiator ve pigmentler içerir. Resilon (Pentron Clinical Technologies) adı verilen güta perka benzeri termoplastik, sentetik polimer esaslı yeni bir kor materyali ile kullanımı önerilmektedir. Bu kor materyali yapısında poliester polimer polikaprolakton, biyoaktif cam ve radyopak doldurucular barındırır. Kanal duvarlarına dolumdan önce patın uyumunu kolaylaştırmak için primer uygulanır. Primer kısmı hidroksietil metakrilat, sülfonik asit ve su içerir. RealSeal, ikili patın karışmasıyla sertleşen rezin esaslı bir pattrır (Xu ve ark. 2010). Üstün rtleme yeteneğinin olduğu rapor edilmiştir (Bodrumlu ve Tunga 2007).

#### **1.8.1.5 Silikon İçerikli Kanal Dolgu Patları**

RoekoSeal (Coltene/Whaledent, Langenau, Almanya) sertleşme sırasında yavaşca genleşen silikon esaslı bir kanal dolgu patıdır. Beyaz macun kıvamındadır. Yüksek radyoopasiteye sahiptir. Sitotoksisitesinin düşük olduğu ve biyoyumlu olduğu bildirilmiştir (Bouillaguet ve ark. 2004, Miletic ve ark. 2005).

GuttaFlow (Coltene/Whaledent, Langenau, Almanya) akışkan ve soğuk uygulanan bir pattrır. Öğütülmüş güta perka parçacıklarının RoekoSeal patına eklenmesi ile elde edilmiştir. Polivinilsiloksan esaslıdır. Kanal içerisindeki düzensizlikleri doldurabilmektedir (Zielinski ve ark. 2008). Çalışma süresinin 25 dakika, sertleşme süresinin 25-30 dakika olduğu bildirilmektedir. Biyoyumludur ve örtüleme yeteneği iyidir. Son yıkamanın NaOCl ile yapılması sertleşme süresini uzatabilir (Bouillaguet ve ark. 2006).

### 1.8.1.6 Biyoseramik İçerikli Kanal Dolgu Patları

Bu patlar temel olarak kalsiyum silikat fosfat içerikliler ve mineral trioksit aggregate (MTA) içerikliler olarak iki kısımda ele alınmaktadır. MTA içerikli kanal dolgu patlarının tarihçesi henüz yenidir.

Torabinejad tarafından 1993 yılında geliştirilen MTA materyali ilk olarak apikal rezeksiyonda kök ucu dolgu materyali olarak kullanılmıştır (Torabinejad ve ark. 1993). Daha sonraları furkal perforasyonlar, kök rezeksiyonları, direkt pulpa kuafajı ve kök gelişimi tamamlanmamış dişlerin tedavilerinde kullanılmaya başlanmıştır.

Holland ve ark. (1999a) ratlar üzerinde yaptıkları doku reaksiyonu çalışmasının sonuçlarına dayanarak MTA'nın kanal dolgu materyali olarak kullanımını önermişlerdir. Ancak çalışmada tavsiye edilen beyaz MTA'nın fiziksel özellikleri bir kanal dolgu patı olarak kullanılması için tatmin edici bulunmamaktadır. En önemli dezavantajlarından biri kanal tedavisi tekrarı gerektiğinde kanaldan uzaklaştırılmasının hayli güç, belki de imkânsız olmasıdır.

MTA üzerine yapılan araştırma ve yayınların zamanla artmasıyla birlikte bu konuda ilerleme kaydedilmiştir. Günümüzde MTA'nın kanal dolgu patlarının içeriğinde kullanılmaya başlanmasıyla kullanım alanı daha da genişlemiştir.

ProRoot Endo Sealer (Dentsply), kalsiyum silikat esaslı, MTA içerikli bir pattır. Başlıca trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, kalsiyum fosfat ve bismut oksit içerir. Suda çözünebilen bir polimer MTA'a eklenir. Böylece içerikteki MTA'a akışkanlık kazandırılır. MTA içeriğinden ötürü nemli ortamda kalsiyum hidroksit etkisi gösterebilmektedir. Biyouyumlu olduğu bildirilmiştir (Weller ve ark. 2008).

MTA Fillapex (Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, PR. Brezilya) yeni geliştirilmiş, MTA içerikli pasta:pasta formundaki ilk pattır. Pat 1:1 oranında karıştırılır. Her çeşit kanal dolum yöntemine uygundur. Kolay uygulanabilir ve yeterli çalışma süresine sahiptir. MTA partikülleri hermetik bir örtüleme sağlanmasında etkilidir ve mikrosızıntı yönünden avantaj sağlayabilir.

CPM Sealer (EGEO SRL, Buenos Aires, Arjantin), kanal dolgu patının fizikokimyasal özellikleri ile MTA'nın biyolojik özelliklerinin bir araya geldiği patlardan biridir. 2004 yılında üretilmiştir. Diğer MTA içerikli patlarla kıyaslandığında en önemli özelliği kalsiyum karbonat içermesidir. Bu içerik sayesinde kalsiyum iyonu salınımı, örtüleme yeteneği, dentin duvarlarına tutunması artırılmaya çalışılmıştır. Sertleştikten sonra pH'sı 12,5'ten 10'a düşer. Bu durum alkalın fosfatazın devamlılığını sağlar ve çevre dokularla biyouyumluluğu artırır. Bazik pH'a sahip olduğu ve kalsiyum hidroksit salınımı yaptığı rapor edilmiştir (de Vasconcelos ve ark. 2009).

MTA Obtura (Angelus, Londrina, Brezilya) beyaz MTA ve özel visköz bir sıvı karıştırılarak elde edilmiştir. Portland simanı partikülleri ve bismut oksit içerir. Yapılan bir çalışmada akışkanlık oranının düşük olduğu gösterilmiştir (Bernardes ve ark. 2010). Bu sebeple kanal içindeki düzensizliklere ulaşmasının daha zor olacağı düşünülmektedir.

### **1.8.2 Kanal dolgu Patlarının Dentin Tübüllerine Penetrasyonu**

Kanal tedavisinin amacı mikroorganizmaların kanaldan uzaklaştırılmasını sağlamak ve enfeksiyonun tekrarını engellemektir. Enfekte kök kanalının tedavisinde mekanik ve kimyasal temizleme en önemli basamaktır. Ancak bütün mikroorganizmaların kanaldan uzaklaştırılması zor, hatta imkânsızdır (Peters ve ark. 2002). Bakteriler lateral kanallar ve dentin tübülleri gibi alanlarda irrigasyon solüsyonlarının ve medikamentlerin dezenfekte edici etkisinden korunabilirler (Orstavik ve Haapasalo 1990). Kanaldan uzaklaştırılmayan bu bakteriler inatçı periapikal hastalıklarda rol oynayabilirler (Oguntebi 1994).

Kök kanalının doldurulması sırasında pozitif bakteriyel kültür barındırmasına rağmen doldurulduktan sonra iyileşen apikal periodontitisli dişlerle ilgili çalışmalar mevcuttur (Sjogren ve ark. 1997, Peters ve ark. 2002). Mekanik ve kimyasal temizleme kanalda tam olarak etkili değildir. Kanal dolumunun yapılması kanalda kalan mikroorganizmalar üzerindeki etkiyi artırır. Pat, akışkan ve ince bir

örtüleme oluşturarak ağız boşluğundan ve periapikal dokudan kanal sistemine gelecek olan sızıntıyı engeller, ayrıca boşlukları doldurur, temizleme ve şekillendirme sırasında uzaklaştırılamayan iritanları örtüler (Sjogren ve ark. 1997). Kanal içerisinde pozitif kültür olsa bile kanalların doldurulması kanal boşluğunda varlığını devam ettiren bakterilerin hapsedilmesini sağlar. Besinden ve gelişmeleri için gerekli olan alandan yoksun bırakılan bakteriler üremeyemezler. Böylelikle zararsız hale gelmiş olurlar.

Çoğu dolum tekniğinde patlar bir kor materyali ile birlikte kullanılmaktadır. Güta perkanın herhangi bir pat kullanılmadan dentine tutunabilme özelliği yoktur (Evans ve Simon 1986). Pat, kor materyali ile kanal duvarları arasında kalan boşlukları doldurarak bir bütünlük oluşturur (Hata ve ark. 1992). Ayrıca kanal dolgu patları genellikle lateral kanallar ve dentin tübülleri gibi alanlara penetre olabilecek niteliktedir. Patların dentin tübüllerine penetre olabilmesi arzu edilen bir sonuçtur. Materyal ile dentin arasındaki arayüz bağlantısını artırır. Materyalin örtüleme yeteneği ve mekanik bağlanması artar. Dentin tübüllerinin içerisine penetre olmuş patlar dirençli bakterileri tübüllerin içerisine hapseder ve kimyasal bileşenleri yoluyla mikroorganizmalar üzerinde antibakteriyel etki oluştururlar (Heling ve Chandler 1996).

Patların dentin tübüllerine penetrasyonu smear tabakasının kaldırılması, dentin geçirgenliği ve dolum tekniği gibi farklı etkenlere bağlıdır (White ve ark. 1984, White ve ark. 1987, Oksan ve ark. 1993, Kouvas ve ark. 1998, De Deus ve ark. 2004). Patın fiziksel ve kimyasal yapısındaki farklılıklar penetrasyon derinliğini etkilemektedir (Oksan ve ark. 1993). Patların dentin tübüllerine penetrasyonu ile ilgili pekçok çalışmaya ulaşılabilmektedir. Chandra ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada RealSeal (SybronEndo, Orange, CA), AH Plus (Dentsply, DeTrey, Konstanz, Germany), EndoRez (Ultradent, South Jordan, UT) ve RoekoSeal (Coltene/Whaledent, Langenau, Almanya) kanal dolgu patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu karşılaştırmışlar ve en fazla penetrasyon derinliğini RealSeal kanal dolgu patının gösterdiğini ve bunu sırasıyla AH Plus, RoekoSeal ve EndoRez kanal dolgu patlarının takip ettiğini rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada örneklerin genelinde en fazla penetrasyon derinliği koronal üçlü bölgesinde bulunurken en az penetrasyon

derinliği de apikal üçlü bölgesinde gözlenmiştir. Başka bir çalışmada 5 farklı kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetrasyonu ve kanal duvarlarına adaptasyonu değerlendirilmiş ve en iyi sonuçların AH Plus kanal dolgu patına ait olduğu belirtilmiştir (Balguerie ve ark. 2011). AH Plus, Resino Seal (Amrith Chemicals and Mineral Agency, Punjab, India) ve Zinc Oxide Eugenol (Vishal Dentocare, Ahmedabad, Gujarat, India) kanal dolgu patlarının kullanıldığı çalışmada dentin tübüllerine penetrasyon derinliği değerlendirilmiş ve en iyi penetrasyon değerlerinin AH Plus kanal dolgu patına ait olduğu bildirilmiştir (Singh ve ark. 2012). AH 26, Calcibiotic Root Canal Sealer (CRCS) ve Roeko Seal Automix (RSA) kanal dolgu patlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada lateral kondensasyon tekniği ile doldurulan kanallarda kanal dolgu patlarının penetrasyon ve adaptasyon özelliklerine bakılmış ve AH26'nın diğer patlara olan üstünlüğü rapor edilmiştir (Sevimay ve Dalat 2003). Epoksi rezin esaslı AH 26, çinko oksit öjenol esaslı Pulp Canal Sealer EWT (Kerr, Sybron Dental Specialties) ve metakrilat rezin esaslı EndoREZ kanal dolgu patının kullanıldığı çalışmada penetre olabilme başarısının sırasıyla AH 26, EndoREZ ve Pulp Canal Sealer EWT kanal dolgu patına ait olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada rezin esaslı kanal dolgu patlarının penetrasyon derinlikleri daha tutarlıdır (Mamootil ve Messer 2007). Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT), Epiphany Self-Etch ve AH Plus kanal dolgu patlarının kullanıldığı çalışmada ortalama penetrasyon derinliği en iyi Epiphany kanal dolgu patında bulunurken, diğer iki pat arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Shokouhinejad ve ark. 2011). RealSeal ve Tubliseal (Kerr, Scafati, Italy) kanal dolgu patlarının konfokal mikroskopi tekniğiyle dentin tübüllerine penetrasyon derinliklerinin incelendiği çalışmada, RealSeal kanal dolgu patının kök yüzeyinin her bölgesinde Tubliseal kanal dolgu patına göre daha fazla penetre olduğu rapor edilmiştir (Patel ve ark. 2007). Lateral kondensasyon yöntemi kullanılarak yapılan bir çalışmada Sealer 26, GuttaFlow ve Sealapex kanal dolgu patlarının dentin tübüllerine penetrasyonu değerlendirilmiş ve Sealapex kanal dolgu patı en derin penetrasyon değerlerini sağlarken diğer iki kanal dolgu patı arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır (Ordinola-Zapata ve ark. 2009).

### 1.8.3 Kanal Dolgu Patlarındaki Güncel Gelişmeler

Kanal dolgu patlarının istenilen bir özelliği de iyi bir örtüleme yeteneğine sahip olmasıdır (Branstetter ve von Fraunhofer 1982). İyi bir pat hem dentine hem de kor yapıya tutunabilmeli ve adezyon sağlamalıdır. Kanal içerisindeki düzensizliklere girebilmesi için düşük vizkositeye ve iyi ıslatma özelliklerine sahip olmalı, gütaperka konuları ile kök kanal yüzeyi arasında boşlukları iyi doldurmalıdır. Uygun biyolojik ve fizikokimyasal özelliklere sahip olmalı ve periapikal dokuları tahriş etmemelidir. İdeal olarak beklenen apikal foramende onarımı ve biyolojik tıkamayı mineralizasyon yoluyla uyarmasıdır.

Geleneksel kanal dolgu patları yetersiz biyolojik etkinlik gösterirler ve özellikle yeni karıştırıldıklarında da sitotoksiktirler. Patların periapikal doku ile doğrudan teması hücrel dejenerasyona sebep olabilir ve yara iyileşmesini geciktirebilir (Bonson ve ark. 2004, Bouillaguet ve ark. 2004, Sousa ve ark. 2006). Ayrıca klinik pratik şunu akla getirmektedir. Zayıf yapılmış kanal şekillendirilmesinden sonra kök ucu rezorpsiyonu olan ya da olgunlaşmamış kök ucuna sahip dişlerde kök kanalının apikal bölgesindeki sıvı ve kan kontaminasyonu ve dentin tübüllerinde nem varlığı beklenebilen bir durumdur. Tübüllerde kalan nem ve bu nemli ortam geleneksel hidrofobik patların örtüleme yeteneğini etkiler ve patın nemli dentin yüzeyine bağlanması sorun olur (Schwartz 2006, Roggendorf ve ark. 2007). Bu sorunun patın hidrofilik yapıda olması ile çözülebileceği öngörülmektedir. Son dönemlerde geliştirilen kalsiyum silikat esaslı kanal dolgu patları içeriğinde hidrofilik özelliğe sahip MTA ihtiva etmektedir. Nagas ve ark. (2012) MTA içerikli iRoot SP ve MTA Fillapex kanal dolgu patları ile rezin içerikli AH Plus ve Epiphany kanal dolgu patlarını kullandıkları çalışmalarında; etanolle yıkanmış, tamamen kurutulmuş, nemli bırakılmış ve ıslak bırakılmış dört farklı kanal ortamında kanal dolgu patlarının dentin duvarlarına adezyon yeteneğine bakmışlar ve nemli kanalda MTA içerikli kanal dolgu patlarının en iyi adezyon sonuçlarını gösterdiğini rapor etmişlerdir.

## 1.9 Mineral Trioksit Aggregate

MTA 1990'ların başında Torabinejad tarafından geliştirilmiş hidrofilik özellikte bir materyaldir. 1993 yılında MTA ile ilgili yapılan ilk çalışmada MTA'nın kök kanalındaki lateral perforasyonda kullanımı değerlendirilmiştir (Lee ve ark. 1993). Aynı yıl kök ucu dolgu materyali olarak kullanımı da rapor edilmiştir (Torabinejad ve ark. 1993). MTA'nın temel bileşenleri trikalsiyum oksit, trikalsiyum silikat, bismud oksit, trikalsiyum alüminat, tetrakalsiyum alüminoferrit ve silikat oksittir. Fiziksel ve kimyasal özelliklerinden sorumlu az sayıda başka mineral oksitler de içerir.

### 1.9.1 MTA'nın Fizikokimyasal Özellikleri

MTA, içeriğindeki kalsiyum silikat yapı hidrasyon yoluyla kalsiyum hidroksite ve kalsiyum silikat hidrat jele dönüşmekte ve alkaline pH oluşmaktadır (Dammaschke ve ark. 2005). Daha sonraki reaksiyonda ise trikalsiyum alüminat ve kalsiyum fosfatın tepkimesi sonucu yüksek sülfat içerikli kalsiyum sülfoaminat oluşur (Taylor 1997). Sertleşen MTA içeriğindeki kalsiyum iyonları dentin tübüllerine doğru yayılır. Kalsiyum iyonlarının yoğunluğu materyal sertleşirken zamanla artar (Ozdemir ve ark. 2008).

MTA, kanal dolgu patı olarak kullanıldığında ve dentine doğru sıkıştırıldığında dentin ile MTA arasında, fosfat varlığında bir arayüzey tabakası oluşmaktadır (Sarkar ve ark. 2005). Bu yapışık hücreler arası tabaka içerik ve yapı olarak X-ray ve SEM analizi altında hidroksilapatite benzer. Ancak kalsiyum fosfat oranı hidroksi apatitten biraz farklıdır (Bozeman ve ark. 2006). Bu arayüz amalgam, IRM ya da Super-EBA'ya kıyasla yüksek marjinal uyum gösterir (Torabinejad ve ark. 1993). Dahası, MTA parçacıkları kanalın temizlenmesinin ve şekillendirilmesinin ardından mikroorganizmaların barındığı dentin tübüllerine nüfuz ederek tübüllerini tıkar (Komabayashi ve Spangberg 2008).



MTA sadece bakteriostatik bir materyal olmanın uygun koşullarını yerine getirmekle kalmayıp, potansiyel bakterisid özellikleri de barındırır. Hidroksil iyonlarının salınımı, sürekli yüksek pH göstermesi, mineralize bir tabaka oluşturması bakterilerin hayatta kalmasını zorlaştıran bir ortam sağlamaktadır (Santos ve ark. 2005). MTA'nın antibakteriyel özellikleri *E. faecalis* gibi kök kanal tedavilerinin başarısız olduğu durumlarda kanalda bulunan türlere karşı bakteriyel gelişimi önlemede etkili olabilir (Molander ve ark. 1998). Ayrıca *C. albicans* da yeni karıştırılmış MTA'nın antifungal etkinliğine duyarlıdır (Al-Nazhan ve Al-Judai 2003, Mohammadi ve ark. 2006a).

Sertleşmiş MTA dayanıklı ve geçirgen olmayan bir örtüleme sağlar. Bu da mikroorganizmaların penetrasyonunu zorlaştırır. Bu mükemmel örtüleme özelliği 12,5'e kadar çıkan pH ile birleştiğinde kanal sistemi içerisinde bakterilerin hapsedilmesi, nötrleştirilmesi ve etkinliklerinin önlenmesinde önemli bir mekanizma oluşturmaktadır. Geniş periapikal lezyona sahip olan ve/veya tedavi tekrarı yapılacak inatçı lezyona sahip dişler düşünüldüğünde MTA'nın bu özellikleri önem arz etmektedir (Kvist ve Reit 1999, Kvist ve Reit 2000).

### **1.9.2 MTA'nın Antibakteriyel ve Antifungal Özellikleri**

MTA'nın antibakteriyel ve antifungal etkinliği yaygın olarak değerlendirilmiş ve çelişkili sonuçlar rapor edilmiştir (Torabinejad ve ark. 1995a, Estrela ve ark. 2000, Al-Nazhan ve Al-Judai 2003, Stowe ve ark. 2004, Al-Hezaimi ve ark. 2006a, Holt ve ark. 2007, Asgary ve Kamrani 2008). MTA'nın antimikrobiyal etkinliğinin sınırlı olduğunu bildiren farklı çalışmalar mevcuttur (Estrela ve ark. 2000, Miyagak ve ark. 2006, Yasuda ve ark. 2008).

Gri MTA ve beyaz MTA'nın farklı yoğunluklarının antibakteriyel etkinliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada düşük yoğunluklarının test edilen mikroorganizmalara karşı benzer antibakteriyel etki gösterdiği rapor edilmiştir (Al-Hezaimi ve ark. 2006b). Yeni karıştırılmış formda pekçok kök ucu dolgu

materyalinin antibakteriyel etkinliğinin incelendiği bir çalışmada en iyi antibakteriyel etkinliğin IRM ve Gri MTA'da bulunduğu bildirilmiştir (Eldeniz ve ark. 2006).

Yapılan bir çalışmada dentinin kalsiyum hidroksit, NaOCl ve CHX'in etkinliğini kısıtlayıcı etki gosterdiği rapor edilmiştir (Portenier ve ark. 2001). Yakın zamanda yapılan bir çalışma dentinin MTA'nın bakteri oldürücü etkisini arttırdığını bildirmektedir (Zhang ve ark. 2009a). MTA'nın antibakteriyel etkinliğinin menşeine bağlı olduğu belirtilmektedir (Al-Hezaimi ve ark. 2009).

Bazı alışmalar gri MTA ve beyaz MTA'nın antifungal etkinliğinin olduğunu rapor etmektedir (Al-Nazhan ve Al-Judai 2003, Mohammadi ve ark. 2006a, Tanomaru-Filho ve ark. 2007). Bazı alışmalar ise gri MTA'nın sınırlı bir antifungal etkinliğinin olduğunu ya da hiç antifungal etkinliğinin olmadığını bildirmektedir (Estrela ve ark. 2000, Miyagak ve ark. 2006, Yasuda ve ark. 2008). Yapılan bir çalışma gri MTA'nın yeni karıştırılmış ve 24 saat sertleşmiş hallerinin *C. albicans* üzerinde antifungal etkinliğinin olduğunu göstermiştir (Al-Nazhan ve Al-Judai 2003). MTA'nın antifungal etkisi yüksek pH'sından ya da MTA tarafından ortama salınan içeriğinden kaynaklanıyor olabilir.

Al-Hezaimi ve ark. (2005) beyaz MTA'nın *C. albicans*'a karşı olan antifungal etkinliğinde konsantrasyon miktarının önemli bir etken olduğunu söylemektedirler. 25 mg/mL'den az beyaz MTA konsantrasyonuna sahip pleytler antifungal etkinlik göstermezken, 25mg/mL ve 50 mg/mL olan pleytler antifungal etkinlik göstermiştir.

Literatürün geneline bakıldığında MTA'nın antibakteriyel ve antifungal etkinliğe sahip olduğu görülmektedir. Toz likit oranının düşürülmesi bu özellikleri olumsuz etkilemektedir. MTA'nın antibakteriyel ve antifungal etkinliğinin değerlendirilmesi ile ilgili çelişkili sonuçların sebebinin kullanılan materyalin menşei ve yoğunluk miktarı ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Al-Hezaimi ve ark. 2005, Al-Hezaimi ve ark. 2006a, Al-Hezaimi ve ark. 2009).

### **1.9.3 MTA'nın Biyoaktivitesi ve Biyouyumu**

MTA, periapikal dokuları tahriş etmeyen ayrıca sementum ve periodontal ligamentin yeniden oluşumunu uyaran biyoaktif silikat bir simandır (Pitt Ford ve ark. 1995, Regan ve ark. 2002). Tamir ve rejenerasyon için bağışıklık hücrelerini uyarır (Economides ve ark. 2003). Sement tortuları oluşturarak apikal foramende ve aksesuar kanallarda kapatma sağladığı bildirilmektedir (Holland ve ark. 1999b, Holland ve ark. 2001a). Bu sement tortularının oluşumunda MTA içerisindeki kalsiyum iyonlarının etkili olabileceği ileri sürülmektedir (Ozdemir ve ark. 2008). Yine farklı bir çalışmada Dycal'a göre daha fazla kalsiyum iyonu salınımı yaptığı rapor edilmiştir (Takita ve ark. 2006). Öyle görünmektedir ki MTA, kanal dolgu materyali olarak kullanıldığında geleneksel dolum materyallerine kıyasla biyolojik tamir mekanizmalarını sürekli uyarmaktadır.

Endodontik materyaller genellikle periodonsiyum ile yakın temasta yerleştirilirler. Bu nedenle konak dokular ile biyouyumlu olmalı ve toksik olmamalıdır. MTA'nın biyouyumlu bir materyal olduğunu bildiren birçok çalışma mevcuttur (Koh ve ark. 1998, Keiser ve ark. 2000, Camilleri ve ark. 2004, Masuda ve ark. 2005, Vajrabhaya ve ark. 2006, Guven ve ark. 2007, Bodrumlu 2008). Bir meta-analiz çalışması MTA'nın Super EBA, IRM ve amalgamdan daha biyouyumlu olduğunu belirtmektedir (Fernandez-Yanez Sanchez ve ark. 2008). Başka bir çalışmada da mutajenik olmadığı rapor edilmiştir (Kettering ve Torabinejad 1995). Hücre kültür çalışmalarında ise MTA'nın düşük sitotoksik düzeyli bir dental materyal olduğu bildirilmektedir (Torabinejad ve ark. 1995c, Osorio ve ark. 1998, Gorduysus ve ark. 2007).

### **1.9.4 MTA'nın Hidrasyonu**

MTA bilindiği gibi Portland simandan geliştirilmiş bir materyaldir. Portland simanın içeriği MTA içeriği hakkında da bilgi vermektedir ve MTA'nın kalsiyum içeriğinin kaynağını açıklamaktadır. Hidrasyonu sonucu açığa çıkan yan ürünlerin kalsiyum içeriğinin kaynağını yine bu durum özetlemektedir.

MTA ve Portland simanı arasındaki temel element bileşiminin benzerliği rapor edilmiştir (Funteas ve ark. 2003, Asgary ve ark. 2004). Camilleri (2007) tarafından yapılan ve sonucu önem arz eden çalışmada Portland simanın ve MTA'nın hidrasyon tepkimesi sonucu kalsiyum hidroksitin bir yan ürün olarak açığa çıktığı bildirilmektedir. MTA, kalsiyum hidroksitle benzerlik göstermektedir (Holland ve ark. 1999a) ve MTA, Portland siman ve kalsiyum hidroksitin etki mekanizmasının - kanıtlanmamakla birlikte- benzer olduğu düşünülmektedir (Holland ve ark. 2001b). MTA'nın kalsiyum iyonları ihtiva ettiği de bilinmektedir. Böylece MTA ve Portland simanın hidrasyonu sonucu kalsiyum silikat hidrat jel ve kalsiyum hidroksitin oluşması beklenmektedir. Bu da her iki materyalin etki mekanizmasındaki benzerliği ortaya koymaktadır.

Portland simanı kireç taşının yüksek ısılarda dekarbonizasyonu ile elde edilir. 800-1200 °C'de dikalsiyum silikat (C<sub>2</sub>S), trikalsiyum alüminat (C<sub>3</sub>A), tetrakalsiyum alüminoferrit (C<sub>4</sub>AF), 1400 °C'de dikalsiyum silikatın serbest kireç taşı ile tepkimesinden de trikalsiyum silikat (C<sub>3</sub>S) oluşur. Portland siman dört temel oksit içerir. Bunlar kireç (CaO, %60-66), silika (SiO<sub>2</sub>, %19-25), alümina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %3-8) ve ferrik oksit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %1-5) tir. İçeriğine %3-6 oranında kalsiyum sülfat eklenir.

### **1.9.5 MTA'nın Kanal Dolgu Patı Olarak Kullanılması**

Trikalsiyum silikat esaslı MTA simanının endodontide güncel olarak kullanılan simanlarda olmayan pek çok önemli özelliği vardır. Steril ve radyopak oluşu, büzülme göstermemesi gibi özelliklerinin yanı sıra nem ve kan varlığında da uygulanabilmektedir. Ayrıca MTA dentin ve sement yüzeyinde etkili bir örtüleme sağlar ve periodontal ligamentin biyolojik tamirini ve yeniden yapılanmasını destekler (Lee ve ark. 1993, Torabinejad ve ark. 1994, Torabinejad ve ark. 1995b, Aqrabawi 2000). Bu özellikler göz önüne alındığında MTA'nın kanal dolgu patı olarak kullanımının umut verici olabileceği öngörülmüş ve MTA esaslı kanal dolgu patı geliştirme düşüncesi doğmuştur (Weller ve ark. 2008, Gomes-Filho ve ark. 2009).

Konu ile ilgili ilk çalışmalardan biri Holland ve ark. (1999b)'na aittir. Köpek dişlerinde yapılan çalışmada cam iyonomer içerikli kanal patı Ketac Endo ve MTA kanal dolgu materyali olarak kullanılmış ve 6 ay sonraki kontrollerde MTA'nın apikal foramende yeni sement oluşumunu uyardığı bildirilmiştir. 2001 yılında O'Sullivan ve ark. (2001) MTA ile doldurulmuş süt alt ikinci molar dişin tedavi başarısını vaka raporu olarak sunmuşlardır. Köpekler üzerinde yapılan başka bir çalışmada kök kanalları MTA ile hem kanal boyunda ve hem de taşkın doldurulup apikal ve periapikal dokulardaki etkilerini histolojik olarak değerlendirmişler ve MTA'nın kanal dolgu patı olarak kullanılabilceğini rapor etmişlerdir (Holland ve ark. 2007). Yine aynı yıla ait başka bir çalışmada maymunlarda reimplante edilen dişlerde kanal dolumunda kullanılan MTA'nın kanal dolumu için uygun bir materyal olabileceği bildirilmiştir (Panzarini ve ark. 2007). Bogen ve ark. (2009) yayınladıkları vaka raporları serisinde MTA'nın kanal dolumunda kullanıldığı bir vaka bildirmişlerdir.

MTA su ile tepkimeye girebilen bir materyaldir. Sertleşme tepkimesinin ve apatit çöktülerinin oluşması için biyoaktivite işleminin başlamasında nem varlığı esastır (Bozeman ve ark. 2006, Tay ve ark. 2007). Neme bağlı olarak MTA'nın hidrasyonu sonucu yapışkan kıvamda kalsiyum silikat hidrat oluşur ve bu yapı kanal dolumunda gütâ perkaya tutunmasını sağlar.

Hidrasyon tepkimesinde peröz kalsiyum silikat hidrat kolloidal jel, portlandit (kalsiyum hidroksit), etrinjit (heksakalsiyum alüminat trisülfat hidrat), kalsiyum monosülfoalüminat ya da kalsiyum monokarboalüminat gibi pekçok hidrasyon ürünü oluşmaktadır. Peröz kalsiyum silikat hidrat sağlam bir yapı oluşturmak için 4 ile 6 saat içinde sertleşir, tam olarak sertleşmesi ise birkaç günü bulmaktadır (Camilleri 2007). Simanın bu nispeten uzun sertleşme ve olgunlaşma süresi MTA içerikli patların gelişmiş örtüleme yeteneğini açıklayabilir.

Kanalların şekillendirilmesini takiben son irrigasyon solüsyonu olarak NaOCl kullanımı antibakteriyel etkinlik sunar. Doku çözücü etkisiyle kollajeni ve pulpal dokuyu çözer. Aynı zamanda bazik ortam oluşturarak kalsiyum silikat içerikli simanların hidrasyonu için uygun ortam sağlar (Namazikhah ve ark. 2008). Son işlem olarak sitrik ya da fosforik asid gibi asidik yıkama solüsyonlarının kullanılması

MTA'nın mikro yapısında bozulma ve zayıflamaya sebep olarak peröziteyi artırır ve MTA'ı olumsuz olarak etkiler.

#### MTA'nın Kanal Dolgu Materyali Olarak Kullanılmasının Avantajları;

- 1- MTA içeren kanal dolgu patları büyük ölçüde biyouyumludur ve mineralizasyonu uyarır (Gomes-Filho ve ark. 2009).
- 2- MTA içerikli kanal dolgu patları biyoaktiftir. Örneğin sert doku oluşturan hücrelerin farklılaşmasını ve göçünü teşvik ederek sert dokuyu uyarır (Tanomaru-Filho ve ark. 2007).
- 3- Bazik pH'ları nedeniyle *M. luteus*, *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *C. albicans* ve *E. faecalis*'e karşı antimikrobiyal etkinliğe sahiptir (Tanomaru-Filho ve ark. 2007).
- 4- Hidroksiapatit oluşturur ve biyolojik örtüleme sağlar (Bozeman ve ark. 2006).
- 5- Geleneksel çinko oksit öjenol içerikli simanlardan daha iyi bir dentin adezyonuna sahiptir. Örtüleme yeteneği de epoksi rezin içerikli simanlarla benzerdir.
- 6- Hücre tutunması ve çoğalması için kalsiyum iyonları salan kalsiyum hidroksit yapı oluşturur.
- 7- MTA mutajenik ve nörotoksik değildir.
- 8- Kanal patı olarak kullanılan MTA dentin ve sement yüzeyinde etkili örtüleme sağlar. Biyolojik tamiri ve periodontal ligamentte yenilenmeyi uyarır.
- 9- Radyoopaktır ve büzülme göstermez.
- 10- Neme ve kana karşı hassas değildir.

## MTA'nın Kanal Dolgu Materyeli Olarak Kullanılmasının Dezavantajları;

- 1- MTA demir iyonu saldığı için renklenmeye sebep olabilir.
- 2- Çalışma süresi 4 dakikadan daha azdır.
- 3- 2 saat 45 dakika gibi uzun sertleşme süresine sahiptir.
- 4- Sıkışma dayanımı yetersizdir.
- 5- MTA için bilinen bir çözücü yoktur. Bio Pure MTAD 5 dk süreyle temasta bırakıldığında MTA'ı kısmen çözer. Bu nedenle gerektiğinde kanaldan uzaklaştırılması zordur.

### **1.10 MTA Fillapex Kanal Dolgu Patı**

MTA üretildiği günden bu yana hem sürekli geliştirilmiş hem de farklı dental uygulamalarda denenmiş bir materyeldir. Son dönemdeki dikkat çeken kullanım alanı ise MTA içerikli kök kanal dolgu patlarıdır. Bu patlardan biri de MTA Fillapex kanal dolgu patıdır.

MTA Fillapex kanal dolgu patının içeriğinde MTA, salisilat rezin, doğal rezin, bismud ve silika bulunmaktadır. MTA Fillapex iki tüp halindedir. Tüplerden biri %13,2 oranında MTA içerir. MTA biyouyumluluğu ile tanınır. Etkili ve sızdırmaz bir örtüleme sağlar. MTA partikülleri genişerek mikrosızıntıyı engeller. Patın diğer tüpü biyolojik olarak uyumlu, salisilat rezin içerir. Epoksi rezinlere göre daha iyi bir tercihtir. Çünkü epoksi rezinler mutajenik ve sitotoksik etki göstermektedirler (Rawtiya ve ark. 2013).

MTA Fillapex yüksek akışkanlık oranı ve düşük film kalınlığına sahiptir. Bu özelliği yan ve aksesuar kanallara nüfuz edebilmesini kolaylaştırır. Kanal dolum tekniği ne olursa olsun MTA Fillapex güvenli bir örtüleme yeteneği sunar ve diğer patlar gibi sıcaklıktan olumsuz yönde etkilenmez. İdeal çalışma süresi 35 dakika

olarak belirtilmiştir. Çözünürlüğü düşüktür (%0,1). Böylece bazı patlar gibi zamanla çözünmez ve bakterilerin kanala tekrar yerleşmesine sebep olan mikro çatlaklar oluşmaz. Geniş antibakteriyel etkinlik için yüksek bir pH'ya sahiptir ve 14 güne kadar nispeten sabit bir kalsiyum salınımı gösterir (Rawtiya ve ark. 2013). Akış kabiliyeti 27,66 mm, optik yoğunluğu %77, sertleşme süresi ise 130 dakikadır (Gomes-Filho ve ark. 2012).

MTA'nın radyoopasitesi önerilen ISO standartının üzerindedir. Bu yüzden patın radyografik olarak farkedilirliği sorun olmamaktadır. Ayrıca tedavi tekrarı gerekli olduğunda kanaldan uzaklaştırılması kolaydır.

MTA Fillapex patı yeni kullanıma sunulmuş bir pat olduğundan literatür çalışmaları henüz yaygın değildir ancak sınırlı sayıdaki çalışmalarda patın çeşitli özellikleri test edilmiştir. Yapılan bir çalışmada kanallara önceden yerleştirilmiş kalsiyum hidroksit uzaklaştırıldıktan sonra MTA Fillapex, iRoot SP ve AH Plus kanal dolgu patının bağlanma dayanımına bakılmış ve MTA Fillapex patının bağlanma dayanımı iRoot SP ile benzerlik gösterirken, AH Plus kanal dolgu patından düşük bulunmuştur (Amin ve ark. 2012). Yine başka bir bağlanma dayanımı çalışmasında MTA içerikli Endo-CPM kanal dolgu patı, MTA Fillapex kanal dolgu patı ve epoksi rezin içerikli AH Plus kanal dolgu patı karşılaştırılmış, en iyi bağlanma dayanımı Endo-CPM için bildirilirken, MTA Fillapex ve AH Plus kanal dolgu patlarının benzer sonuçlara sahip olduğu rapor edilmiştir (Assmann ve ark. 2012).

Doku reaksiyonu ve biyoyumunun değerlendirildiği çalışmalardan birinde ratlara yerleştirilen polietilen tüplerden alınan histolojik sonuçlara göre biyoyumlu bir materyal olan MTA partikülleri içeren MTA Fillapex kanal dolgu patı, AH Plus kanal dolgu patına göre biyoyumluluk açısından avantajlı bulunmamıştır (Tavares ve ark. 2013). Bunun aksine ratlarda yapılan başka bir çalışmada patın 7 günün sonunda orta düzey reaksiyon göstermesine karşın bunun zamanla azaldığı belirtilmiş ve biyoyumlu olduğu sonucuna varılmıştır (Gomes-Filho ve ark. 2012). Zmener ve ark. (2012) ise MTA Fillapex kanal dolgu patının dokularda şiddetli reaksiyona neden olduğunu ve toksik etki bıraktığını bildirmiştir.



MTA Fillapex'in de aralarında bulunduğu 8 farklı patın sitotoksik etkisine bakılan bir çalışmada kanal dolgu patının deney süreci sonunda orta düzey sitotoksik etki gösterdiği rapor edilmiştir. Canlı kalan hücre sayısı diğer kanal dolgu patlarıyla karşılaştırıldığında önemli ölçüde düşüktür (Silva ve ark. 2013). Farklı seyreltiler kullanılarak yapılan başka bir çalışmada beyaz MTA sitotoksik bulunmazken, AH Plus ve MTA Fillapex kanal dolgu patının orta düzey sitotoksik etkilerinin olduğu iddia edilmiştir (Bin ve ark. 2012).

MTA Fillapex kanal dolgu patının pH'nın ve kalsiyum salınımının değerlendirildiği çalışmada gri ve beyaz MTA'a kıyasla MTA Fillapex kanal dolgu patının daha düşük değerler gösterdiği bildirilmiştir. Değerlendirilen tüm materyaller alkalın pH göstermiştir (Kuga ve ark. 2011).

Odontoblast benzeri hücrelerin kullanıldığı hücre kültürü çalışmasında MTA Fillapex kanal dolgu patının sertleştikten sonra sitotoksitesinin azaldığı bildirilmiş ve hidroksiapatit oluşumunu uyarmak için uygun biyoetkinlik gösterdiği belirtilmiştir (Salles ve ark. 2012).

Endo CPM, MTA Fillapex ve Endofill kanal dolgu patlarının kullanıldığı antibakteriyel etkinlik çalışmasında MTA içerikli Endo CPM ve MTA Fillapex kanal dolgu patlarının *E. faecalis*'e karşı sertleşmeden önce antibakteriyel etki gösterirken, sahip oldukları yüksek pH'a rağmen sertleştikten sonra antibakteriyel etkinlik gösteremedikleri rapor edilmiştir (Morgental ve ark. 2011).

Patların antibakteriyel etkinliği ile ilgili çalışmalar ağırlıklı olarak *in vitro* çalışmalardır. Ancak ağız içindeki *in vivo* şartlar göz önüne alındığında kanal dolgu patının etkili bir antimikrobiyal performans gösterebilmesi için smear tabakası uzaklaştırılmış kök dentini üzerinde dentin tübüllerine penetre olabilmesi beklenir. Çünkü mikroorganizmaların da dentin tübüllerine penetre olabildiği bilinmektedir.

### **1.11 Amaç**

MTA'nın klinik başarısı göz önüne alındığında içeriğinde MTA bulunan kanal dolgu patları ile ilgili çalışmalar da dikkat çekmektedir. Literatüre bakıldığında MTA içerikli kanal dolgu patlarının antimikrobiyal etkinliği ile ilgili fazla sayıda çalışmanın bulunmadığı görülmektedir. Yine benzer şekilde MTA içerikli kanal dolgu patlarının dentine penetrasyon başarıları ile ilgili araştırmalar da sınırlı sayıdadır.

Çalışmamızın amacı yakın geçmişte kullanıma sunulan, MTA içerikli MTA Fillapex kanal dolgu patının antibakteriyel ve antifungal etkinliğinin ve dentin tübüllerine penetrasyonun değerlendirilmesidir.

## 2 GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan 4 farklı kanal dolgu patının antimikrobiyal özelliğinin incelenmesinde agar difüzyon testi (ADT) ve direkt kontakt test (DKT) metodları kullanılmıştır. Çalışmamız Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Laboratuvarları (KÜBTAL)'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan patların üretici firmaları ve içerikleri Tablo 2.1'de yer almaktadır.

Bu çalışmada AH 26 kanal dolgu patı (Şekil 2.1), AH Plus kanal dolgu patı (Şekil 2.2), RealSeal kanal dolgu patı (Şekil 2.3), MTA Fillapex kanal dolgu patı (Şekil 2.4) kullanılmıştır. Bütün kanal dolgu patları, üretici firmaların tavsiyelerine birebir uyularak hazırlanmıştır.

**Tablo 2-1** Çalışmada kullanılan kanal dolgu patları ve içerikleri

<b>Kanal Dolgu Patı</b>	<b>İçeriği</b>	<b>Üretici Firma</b>
<b>AH Plus</b>	Paste A: Bisfenol-A epoksi rezin, Bisfenol-F, epoksi rezin, kalsiyum tungstat, silica, zirkonyum oksit, demir oksit pigmentleri Paste B: Dibenzildiamin, aminoadamantan, trisiklodekan-diamin, kalsiyum, tungstat, zirkonyum oksit, silika, silikon yağı.	Dentsply, De Trey, Konstanz, Germany
<b>AH26</b>	Toz: Bismut oksit, metenamin, gümüş, titanyum dioksit Gümüşsüz toz: Bismut oksit, metenamin. Resin: Epoksi rezin.	Dentsply, De Trey, Konstanz, Germany
<b>Real Seal</b>	Resilon primer: Sülfonik asit uzaklaştırılmış monomer, hidroksietilmetakrilat, su. Resilon patı: BisGMA, ethoxylated BisGMA, ürethan dimetakrilat, metakrilat, kalsiyum hidroksit, baryum sülfat, baryum glass, bismut oksiklorid, silika. Resilon kor materyali: Biyoaktif glass, bismut oksiklorid, baryum sülfat.	SybronEndo, Orange, CA, USA
<b>MTA Fillapex</b>	Salisilat resin, seyreltilmiş resin, doğal resin, bismut trioksit, küçük partiküllü (nanoparticulate) silika, MTA.	Angelus Industria de Produtos Odontologicos S/A, Londrina, Brazil



Şekil 2.1 Çalışmada kullanılan AH 26 kanal dolgu patı



Şekil 2.2 Çalışmada kullanılan AH Plus kanal dolgu patı



Şekil 2.3 . Çalışmada kullanılan RealSeal kanal dolgu patı



Şekil 2.4 Çalışmada kullanılan MTA Fillapex kanal dolgu patı

## 2.1 Test Edilen Mikroorganizmalar ve Elde Edilmeleri

Her iki testte de gram-pozitif koklardan *S. aureus* (ATCC 6538) ve *E. faecalis* (ATCC 29212) ve mantarlardan da en yaygın izole edilen maya türü olan *C. albicans* (ATCC 10231) Ankara Refik Saydam Hıfzısıhha Enstitüsü'nden (Ankara, Türkiye) temin edilerek kullanıldı. Bakteri suşları kanlı besiyerlerinde inkübe edildikten sonra 24 saat, 37 °C'de etüvde bekletilerek taze kültürleri elde edildi. Daha sonra homojen bulanıklıkta üretilen (0.5 McFarland  $1.5 \times 10^8$  bakteri/ml) bu süspansiyonlar kullanıldı.

Deneylerde mikroorganizmaların kullanıldığı aşamalar mikrobiyolojik güvenlik kabini içerisinde steril şartlarda gerçekleştirildi (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Mikrobiyolojik güvenlik kabini

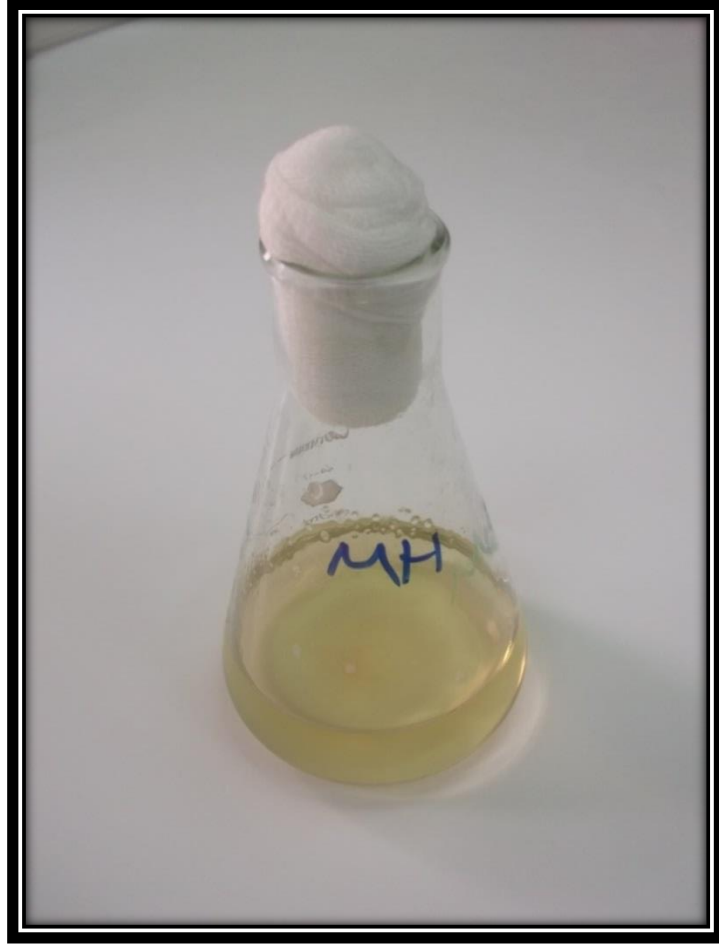
## 2.2 Agar Difüzyon Testi (ADT)

ADT için toplam 48 adet Müller-Hinton pleyt kullanıldı. Bu pleytler öncelikle 3 farklı mikroorganizma için (*S. aureus*, *E. faecalis*, *C. albicans*) 3 ana gruba ayrıldı. *S. aureus* ve *E. faecalis* için kullanılacak olan Müller Hinton agar üretici firmanın önerdiği 1 litre demineralize suya 47 gr agar tozu oranı dikkate alınarak gerekli miktarda karıştırıldı. *C. albicans* için kullanılan Sabouraud agar üretici firmanın önerdiği 1 litre demineralize suya 34 gr agar tozu oranı dikkate alınarak gerekli miktarda karıştırıldı (Şekil 2.6). Karışımlar 121 °C'de 15 dk steril edildi (Şekil 2.7). Sıvı kıvamdaki agar çözeltileri daha sonra petrilere aktarıldı ve jel kıvamına gelmesi için soğumaya bırakıldı.



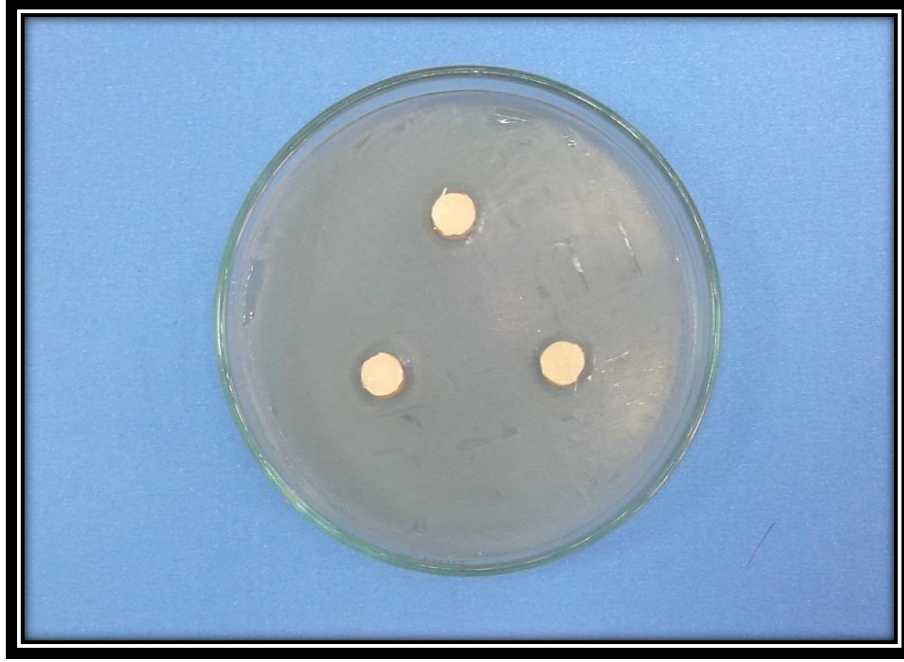
Şekil 2.6 Çalışmada kullanılan Müller-Hinton agar ve Sabouraud agar





**Şekil 2.7** Steril edilmiş çözelti halindeki agar besiyeri

Mikroorganizmalara göre 3 gruba ayrılan petriler daha sonra kullanılacak olan farklı patlar için (AH 26, AH Plus, RealSeal, MTA Fillapex) kendi içlerinde 4 alt gruba daha ayrıldı. Her petride 5 mm derinliğinde 6 mm çapında 3'er adet çukur açıldı ve bakteri süspansiyonları steril bir svap ile her petriye 200 $\mu$ L (0.2 mL) olacak şekilde (yaklaşık  $10^6$  bakteri) besiyeri ortamına yayıldı. Kanal dolgu patları karıştırıldıktan hemen sonra 20 dakika içerisinde petrilerdeki çukurların içerisine yerleştirildi (Şekil 2.8). Petriler, yalnız bir tür mikroorganizma ve yalnız bir çeşit pat içerecek şekilde hazırlandı. Hazırlanan petriler 37 °C'de nemli ortamda 24 saat inkübe edildi. 24 saat sonunda çıkarılarak ilk ölçümler yapıldı. Bunu takiben 48. saat, 7. gün ve 10. gün ölçümler tekrarlandı ve her ölçümden sonra petriler inkübatörde 37 °C'de saklandı. Bu zaman dilimlerinde oluşan inhibisyon zonlarının çapları milimetrik bir cetvelle ölçüldü.



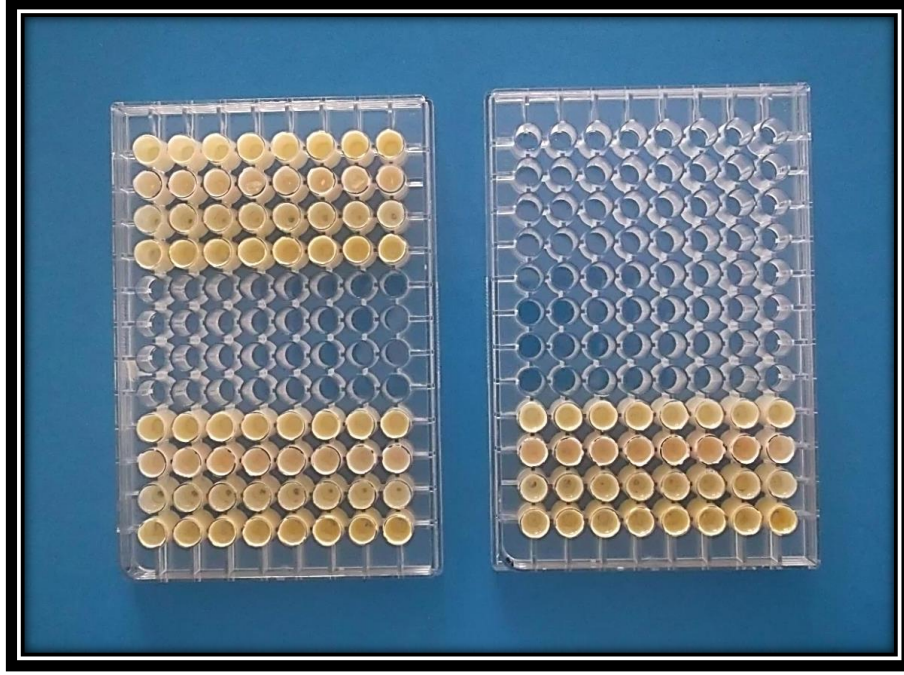
**Şekil 2.8** Petrilerde oluşturulan çukurlara kanal dolgu patının uygulanması

### **2.2.1 İnhibisyon Alanlarının Değerlendirilmesi**

Pleytler x2.5 magnifikasyon luplar ile değerlendirildi. İnhibisyon alanları endodontik milimetrik cetvelle ölçüldü. Ölçümler iki farklı gözlemci tarafından yapıldı. Kanal dolgu patlarının farklı zaman dilimlerindeki antimikrobiyal etkinliğin karşılaştırılmasında verilerin normallik dağılım testinde Kolmogorov-Smirnov testi kullanıldı. Normal dağılım gösteren verilerde ANOVA ve Tukey testi uygulandı.

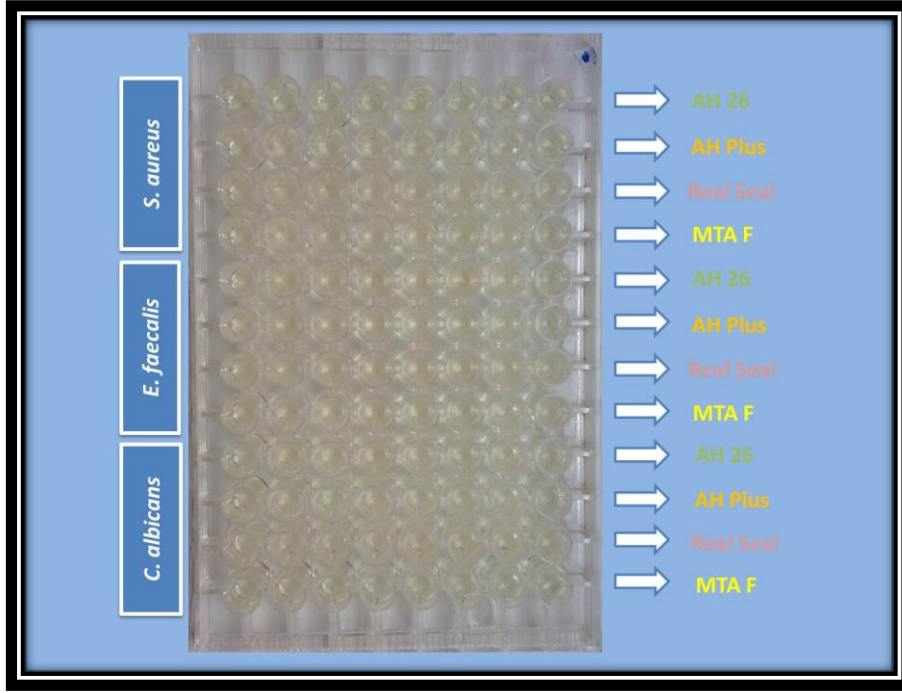
### **2.3 Direkt Kontakt Test**

Çalışmamızda kullanılan patların antibakteriyel ve antifungal etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılan DKT yönteminde kanal dolgu patlarının yeni karıştırılmış formları ve 24 saatlik sertleşmiş formları ayrı ayrı test edildi. Kanal dolgu patları üretici firmaların tavsiyelerine titizlikle uyularak karıştırıldı ve çukurcukların bütün yüzeylerini kaplayacak şekilde 1. pleytlere uygulandı (Şekil 2.9). Patların örtülmesinin düzenli ve ince bir tabaka halinde olmasına dikkat edildi.

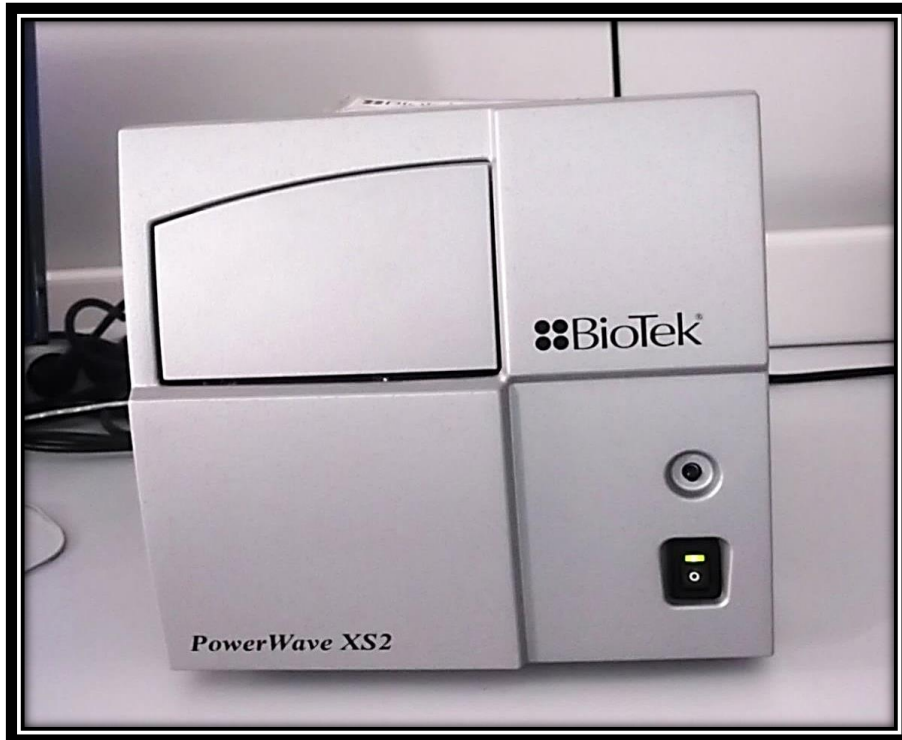


**Şekil 2.9** Kanal dolgu patlarının uygulandığı pleytler

Öneriler doğrultusunda yaklaşık 20 dakika sonra 10 $\mu$ L bakteriyel süspansiyon (yaklaşık 10<sup>6</sup> bakteri) örtülenmiş test materyali üzerine yerleştirildi. Pleytler nemli ortamda 37 °C'de 1 saat inkübe edildi. Böylece test materyali ile bakteri arasında doğrudan temas sağlandı. Mikrotiter pleytler 1 saatin sonunda inkübatörden çıkarılarak her çukurcuğa besiyeri (245 $\mu$ L) eklendi ve yavaşça karıştırıldı. Daha sonra ilk pleytteki her çukurcuktan alınan 15 $\mu$ L solusyon ikinci plette bulunan (215 $\mu$ L) taze besiyeri üzerine eklendi (Şekil 2.10). Ayrıca farklı bir pleytte de her mikroorganizma için pozitif kontrol grupları oluşturuldu. Pozitif kontrol grubunun değerlendirildiği pleyt içerisine pat uygulanmadan sadece bakteriyel süspansiyon ve besiyeri eklendi. Bakteriyel gelişim hareketliliği OD<sub>620</sub> nm'de görüntülendi ve mikropleyt spektrofotometri (BioTek, PowerWave XS2) cihazı kullanılarak 24 saat boyunca 8. saate kadar saat başı, kalan 16 saatte, 2 saatte bir kaydedildi (Şekil 2.11). Her ölçümden önce cihaz tarafından homojen bakteriyel süspansiyon sağlamak için otomatik çalkalama yapıldı.



Şekil 2.10 Ölçüm için hazırlanan pleytler



Şekil 2.11 Çalışmada kullanılan mikroyeylet spektrofotometri cihazı

Örneklerin 24 saat bekletilmiş formları ise kanal dolgu patları mikropyletlere uygulandıktan sonra bakteriyel süspansiyon eklenmeden 24 saat boyunca 37 °C’de %100 nemli ortamda bekletildi. Daha sonra besiyeri ve bakteriyel süspansiyon daha önce belirtildiği şekilde eklendi. Geriye kalan işlemler yeni karıştırılmış pat örneklerinde olduğu gibi aynen uygulandı. Deneylerin tamamı aseptik koşullarda gerçekleştirildi.

Yeni karıştırılmış ve 24 saat bekletilmiş iki farklı formda değerlendirilen patlarda her mikroorganizma grubu için veriler ayrı ayrı değerlendirildi. Verilerin değerlendirilmesinde tek yönlü ANOVA ve Tukey testi kullanıldı.

## **2.4 Dentin Tübüllerine Penetrasyonun Değerlendirilmesi**

### **2.4.1 Örneklerin Hazırlanması**

Çalışmamızda 84 adet tek köklü ve tek kanallı insan premolar dişi kullanıldı. Dişler kullanılacakları güne kadar distile su içerisinde saklandı. Dişler üzerindeki artıklar temizlendi. Bütün dişler mine sement sınırından uzun aksa dik olacak şekilde su soğutması altında kesildi. Dişlerde tek kanal varlığı kontrol edildikten sonra K tipi #10 numara kanal aleti apikalden görününceye kadar ilerletildi ve daha sonra 0.5 mm geri çekilerek kanal boyları belirlendi ve kaydedildi. Kanallar tek uygulayıcı tarafından döner alet ve nikel titanyum ProTaper® (Dentsply, De Trey, Konstanz, Germany) kanal aletleri kullanılarak genişletildi. İlk olarak Sx eğesi ile kanalların koronal üçlüsü genişletildi. Sonrasında S1 ve S2 eğeleri kullanılarak koronal 2/3 bölgesi şekillendirildi. Apikal üçlünün şekillendirilmesinde sırayla #F1-F2-F3-F4 eğeleri kullanıldı ve #F4 genişliğinde bitirildi. Genişletme sırasında her ege arasında %5’lik 1 ml NaOCl (Werax, Spot diş deposu malzemeleri san. ve tic. ltd. şti., İzmir, Türkiye) ve 1 ml EDTA (Werax, Spot diş deposu malzemeleri san. ve tic. ltd. şti., İzmir, Türkiye) ile kanallar irrigate edildi. 2 diş smear tabakası kaldırılmadan SEM analizi için ayrıldı. Kalan 82 dişte her kanalda smear tabakasının uzaklaştırılmasında 5mL %5’lik NaOCl ve 5 mL %17’lik EDTA

kullanıldı. Her solüsyon kanala yaklaşık 3 dk boyunca uygulandı. Son yıkamada irrigasyon solüsyonlarının artıklarından kanalı arındırmak için 5 mL distile su ile kanallar irrigate edildi ve paper pointlerle (Sure-endo, Sure Dent, Korea) kurulandı. Ardından dehidratasyonu sağlamak için dişler sırasıyla %80'lik %90'lık ve %100'lük alkol solüsyonları içerisinde 1'er saat bırakıldı. 2 diş smear tabakası kaldırıldıktan sonraki SEM analizi için ayrıldı. 4 farklı patın kullanıldığı çalışmamızda dişler, her grupta 20 diş olacak şekilde rastgele 4 gruba ayrıldı.

#### **2.4.2 Kök Kanallarının Doldurulması**

Her gruptaki dişler kendi arasında iki alt gruba daha ayrıldı ve birinci alt grup F4 Protaper güta perkalar (Sure-endo, Sure Dent, Korea) kullanılarak tek kon yöntemiyle, ikinci alt grup 0.02 taper geleneksel güta perkalar kullanılarak soğuk lateral kondensasyon yöntemi ile spreader ve yardımcı konlar kullanılarak dolduruldu.

Kanal dolgu patları üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda metal bir spatula yardımıyla karıştırıldı. Kanal dolgu patları, 25 numaralı bir lentülo (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) kullanılarak çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde düşük tur devrinde kanal duvarlarına sıvanarak kanal içerisine gönderildi. İlgili dolum tekniği ve güta perka seçildikten sonra ana kon pata bulunarak kanala uygulandı. Kanal dolumundan sonra fazla güta perkalar uzaklaştırıldı. Bir plugger (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) yardımıyla vertikal kondenzasyon yapıldı. RealSeal kanal dolgu patının uygulanmasında öncelikle primer asidi öneriler doğrultusunda kanal boşluğuna uygulandı ve kanal doldurulduktan sonra led cihazı kullanılarak 40 sn polimerize edildi. Hazırlanan tüm örnekler, patların tamamen sertleşmesi için 2 hafta boyunca 37 °C'de %100 nemli ortamda bekletildi.

### 2.4.3 Örnek Kesitlerin Hazırlanması

Dişlere su soğutmalı bir separe (Diumont, Belgium) yardımıyla uzun aksa paralel şekilde kanal iç yüzeylerine dokunulmadan bukkal ve lingual dış yüzeylerine oluklar açıldı ve sivri uçlu bir spatula yardımıyla dişler ikiye ayrıldı. Her dişin yalnız bir yarısı alınarak apikalden koronale 2., 5. ve 8. mm'lerine 1 mm genişliğinde çentikler atıldı (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Vertikal kesitle ikiye ayrılmış diş örneği

Elde edilen örnekler daha sonra 10 dakika %5'lik NaOCl içerisinde ardından 10 dakika %17'lik EDTA içerisinde bekletilerek debrislere arındırıldı. Distile su ile yıkandıktan sonra havayla hafifçe kurulandı. Örnekler kuruması için 50 °C'de 48 saat bırakıldı. Daha sonra SEM işleminin uygulanabilmesi için Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Laboratuvarı (KÜBTAL) bünyesinde bulunan kaplama cihazı (Balzers-SCd 050, Germany) yardımıyla örnekler 300 Å altın palladyum karışımıyla kaplandı (Şekil 2.13).

Örneklerde kullanılan patın dentin tübüllerine penetre olup olmadığını belirlemek amacıyla Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde bulunan SEM cihazı (FEI Quanta FEG 250,

Eindhoven, Hollanda) ile 20 kV'da incelendi (Şekil 2.14). Görüntüler örneklere atılan her çentiğin karşısından alındı. Her örnekte X500, X1000, X1500, X2500 büyütmede mikrofotograflar alındı. Alınan mikrofotograflar üzerinde penetrasyon varlığı değerlendirildi. Penetrasyon bulunan görüntülerde patlara ait maksimum ve minimum penetrasyon uzunlukları çekilen mikrofotograflar üzerinde tespit edilerek kaydedildi.



**Şekil 2.13** Altın palladyum kaplanan diş örneği





**Şekil 2.14** Çalışmada kullanılan taramalı elektron mikroskobu cihazı

#### **2.4.4 İstatistiksel Analiz**

İstatistik değerlendirmelerde anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edildi. Veriler tek gözlemci tarafından değerlendirildi. İstatistik analizinde IBM SPSS Statistics 20 istatistik programı yardımıyla üç yönlü varyans analizi ve post hoc Tukey test uygulandı ( $P < 0.05$ ).

### 3 BULGULAR

#### 3.1 Agar Difüzyon Teste Ait Bulgular

##### 3.1.1 *S. aureus*'a Ait Bulgular

Çalışmada kullanılan kanal dolgu patlarının *S. aureus* 'a karşı antibakteriyel etkinliklerine ait veriler Tablo 3.1'de gösterilmektedir. Çalışma sonucunda *S. aureus* ekili besiyerlerindeki farklı kanal dolgu patlarının oluşturduğu inhibisyon alanları Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te görülmektedir.

**Tablo 3-1** Kanal dolgu patlarının *S. aureus*'a karşı antibakteriyel etkinlik değerleri

Kanal Dolgu Patları	Ölçüm zamanları				Toplam Ort±SS
	24. saat Ort±SS	48. saat Ort±SS	7. gün Ort±SS	10. gün Ort±SS	
AH 26	20.3±2.6 <sup>a</sup>	20.1±2.1 <sup>a</sup>	19.8±2.0 <sup>a</sup>	19.8±1.8 <sup>a</sup>	20.0±2.1 <sup>a</sup>
AH Plus	17.1±0.7 <sup>b</sup>	17.1±0.7 <sup>b</sup>	17.3±0.6 <sup>b</sup>	17.2±0.6 <sup>b</sup>	17.2±0.6 <sup>b</sup>
RealSeal	17.8±1.2 <sup>b</sup>	18.7±2.1 <sup>a,b</sup>	18.8±2.0 <sup>a,b</sup>	19.5±1.3 <sup>a</sup>	18.7±1.8 <sup>a</sup>
MTA Fillapex	13.2±1.0 <sup>c</sup>	13.1±1.0 <sup>c</sup>	13.3±0.9 <sup>c</sup>	13.1±1.0 <sup>c</sup>	13.2±0.9 <sup>c</sup>

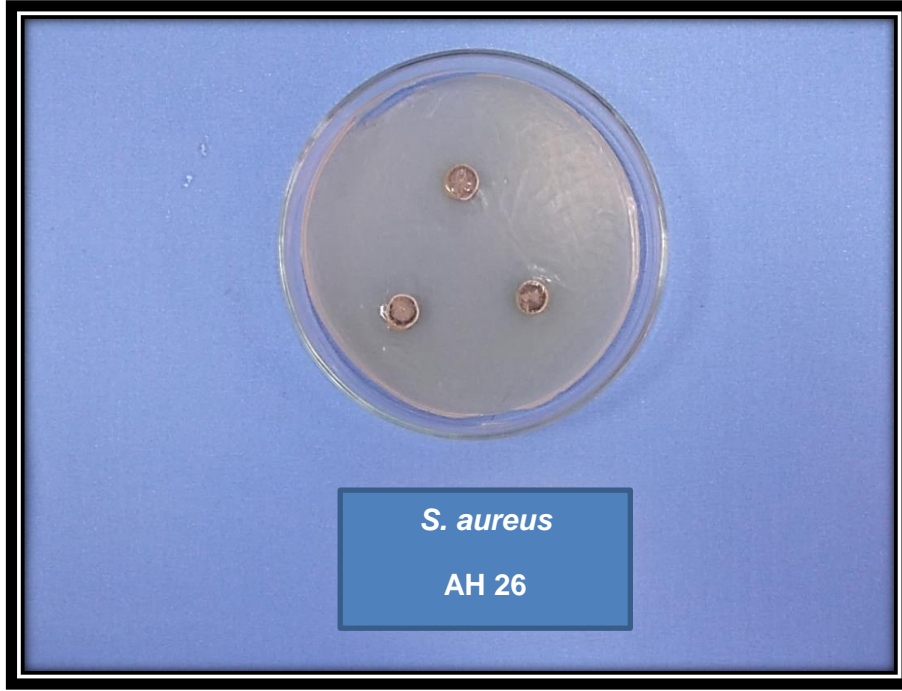
\*Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0.05$ )

Tüm zaman aralıklarındaki veriler incelendiğinde *S. aureus* 'a karşı AH 26 ile RealSeal kanal dolgu patlarının antibakteriyel etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı ( $p>0.05$ ) ve bu iki patın AH Plus ve MTA Fillapex kanal dolgu patlarına göre antibakteriyel etkinliğinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu tespit edildi ( $p<0.001$ ). AH Plus kanal dolgu patı MTA Fillapex kanal dolgu patına göre istatistiksel olarak daha yüksek antibakteriyel etkinlik gösterdi ( $p<0.001$ ).

Farklı ölçüm zamanlarında kanal dolgu patlarının antibakteriyel karşılaştırmalarında 24. saatte AH 26 kanal dolgu patının antibakteriyel etkinliği diğer kanal dolgu patlarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu ( $p<0.05$ ). AH Plus ile RealSeal kanal dolgu patları arasında anlamlı fark bulunmazken ( $p>0.05$ ), bu iki kanal dolgu patı MTA Fillapex kanal dolgu patına göre istatistiksel olarak daha yüksek antibakteriyel etkinlik gösterdi ( $p<0.001$ ).

48. saatte ve 7. günde AH 26 kanal dolgu patının antibakteriyel etkinliği AH Plus ve MTA Fillapex kanal dolgu patlarından istatistiksel olarak anlamlı fark gösterirken ( $p<0.001$ ), RealSeal kanal dolgu patı ile anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). AH Plus ile RealSeal kanal dolgu patları arasında anlamlı fark bulunmazken ( $p>0.05$ ), bu iki kanal dolgu patı MTA Fillapex kanal dolgu patına göre istatistiksel olarak daha yüksek antibakteriyel etkinlik gösterdi ( $p<0.001$ ).

10. günde AH 26 ve RealSeal kanal dolgu patıları arasında anlamlı fark yokken ( $p>0.05$ ), bu patlar AH Plus ve MTA Fillapex kanal dolgu patlarından istatistiksel olarak anlamlı antibakteriyel etkinlik gösterdi ( $p>0.05$ ). AH Plus ile MTA Fillapex kanal dolgu patları arasında anlamlı fark bulundu ( $p<0.002$ ).



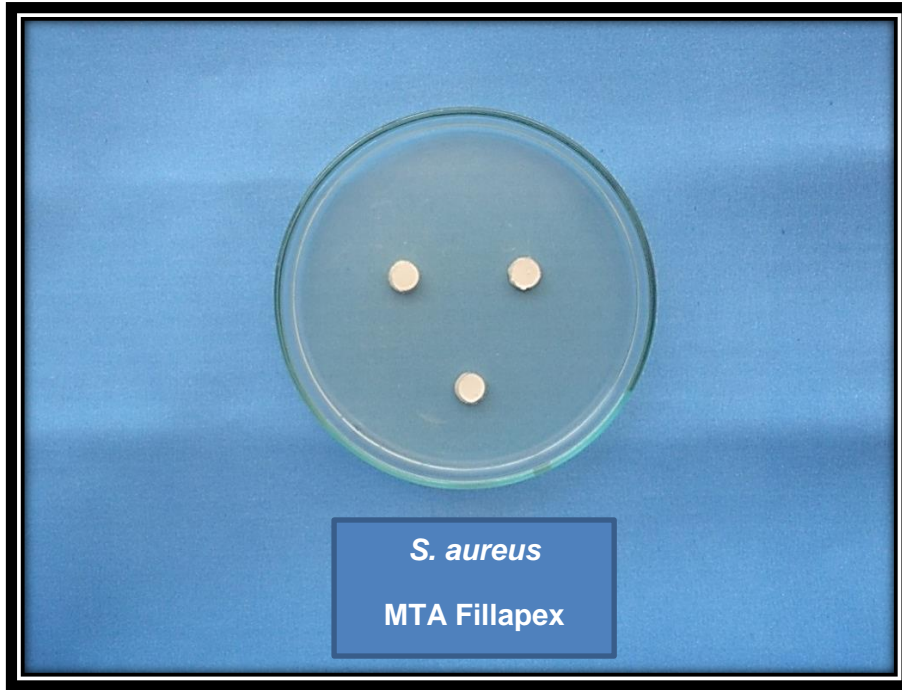
**Şekil 3.1** *S. aureus* ekili besiyerinde AH 26 kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı.



**Şekil 3.2** *S. aureus* ekili besiyerinde AH Plus kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı



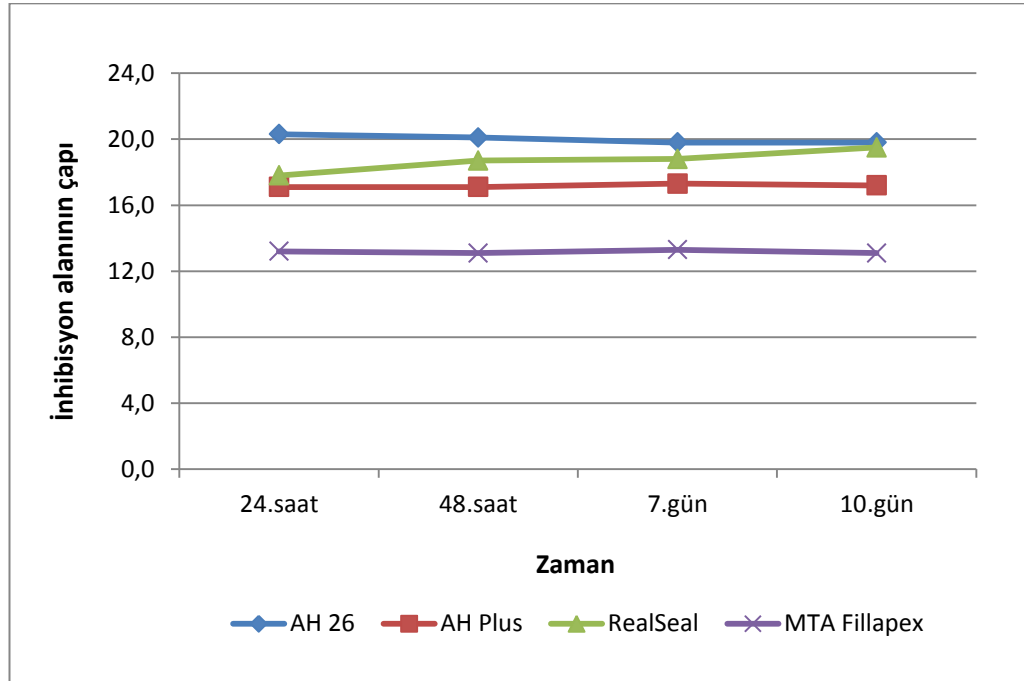
**Şekil 3.3** *S. aureus* ekili besiyerinde RealSeal kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı.



**Şekil 3.4** *S. aureus* ekili besiyerinde MTA Fillapex kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı.

Kanal dolgu patlarının *S. aureus*'a karşı antibakteriyel etkinliğinin zamana göre değişimi Çizelge 3.1'de gösterilmektedir. AH 26, AH Plus ve MTA Fillapex kanal dolgu patlarının antibakteriyel etkinliğinin zamanla değişmediği belirlenirken, RealSeal kanal dolgu patının antibakteriyel etkinliğinin zamanla arttığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 3-1** Kanal dolgu patlarının *S. aureus*'a karşı antibakteriyel etkinlik değerlerinin ölçüm zamanlarına göre değişimi



### 3.1.2 *E. faecalis*'e Ait Bulgular

Çalışmada kullanılan kanal dolgu patlarının *E. faecalis*'e karşı antibakteriyel etkinliklerine ait veriler Tablo 3.2'de gösterilmektedir. Çalışma sonucunda *E. faecalis* ekili besiyerlerindeki farklı kanal dolgu patlarının oluşturduğu inhibisyon alanları Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de görülmektedir.

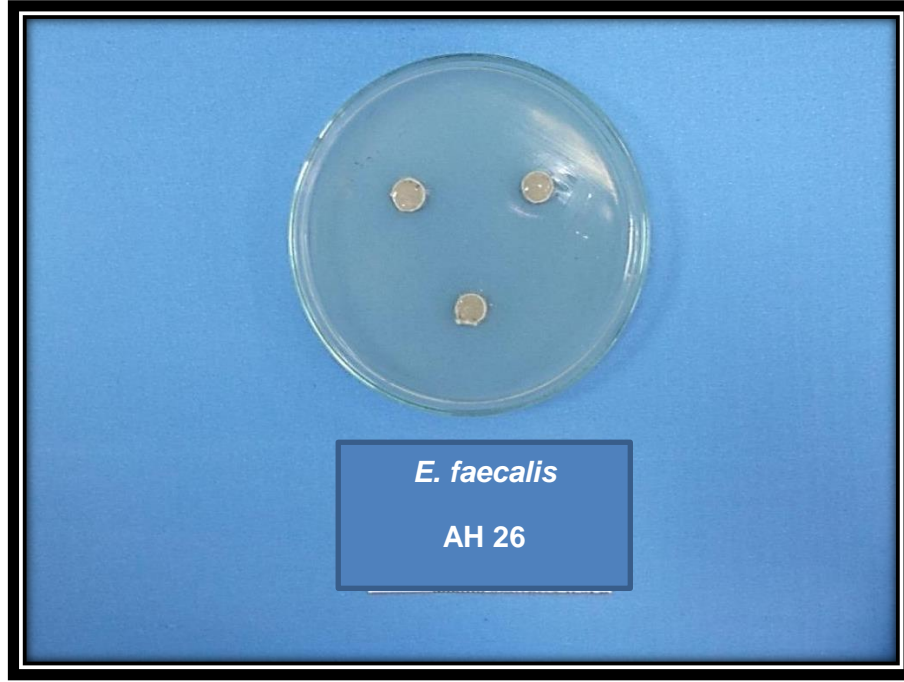
**Tablo 3-2** Kanal dolgu patlarının *E. faecalis*'e karşı antibakteriyel etkinlik değerleri

Kanal Dolgu Patları	Ölçüm zamanları				Toplam Ort±SS
	24. saat Ort±SS	48. saat Ort±SS	7. gün Ort±SS	10. gün Ort±SS	
AH 26	20.3±0.9 <sup>a</sup>	19.9±1.3 <sup>a</sup>	20.9±0.7 <sup>a</sup>	21.0±1.1 <sup>a</sup>	20.5±1.1 <sup>a</sup>
AH Plus	12.8±1.1 <sup>c</sup>	12.7±1.2 <sup>d</sup>	13.2±1.0 <sup>c</sup>	13.1±1.0 <sup>c</sup>	12.9±1.1 <sup>d</sup>
RealSeal	18.3±2.2 <sup>b</sup>	17.3±0.9 <sup>b</sup>	17.7±1.0 <sup>b</sup>	17.9±0.9 <sup>b</sup>	17.8±1.4 <sup>b</sup>
MTA Fillapex	13.6±0.9 <sup>c</sup>	15.0±0.8 <sup>c</sup>	17.7±1.3 <sup>b</sup>	17.2±1.2 <sup>b</sup>	15.9±2.0 <sup>c</sup>

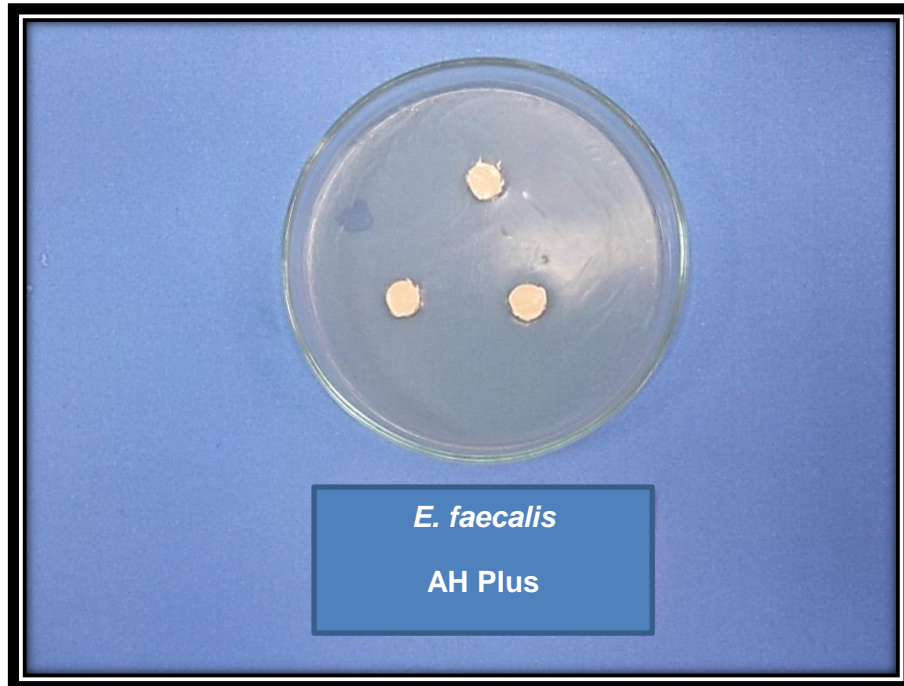
\*Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0.05$ ).

Tüm zaman aralıklarındaki veriler incelendiğinde *E. faecalis*'e karşı kullanılan kanal dolgu patları arasında anlamlı bir fark olduğu gözlemlendi ( $p<0.001$ ). En yüksek antibakteriyel etkinlik AH 26 kanal dolgu patında gözlenirken, en düşük antibakteriyel etkinlik AH Plus kanal dolgu patında izlendi.

Farklı ölçüm zamanlarında kanal dolgu patlarının antibakteriyel etkinliği karşılaştırıldığında 24. saatte AH 26 kanal dolgu patının antibakteriyel etkinliği diğer kanal dolgu patlarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ). AH Plus ile MTA Fillapex kanal dolgu patları arasında anlamlı fark yokken ( $p>0.05$ ), RealSeal kanal dolgu patı her iki kanal dolgu patından anlamlı derecede yüksek antibakteriyel etkinlik gösterdi ( $p<0.001$ ). 48. saatte bütün kanal dolgu patlarının ikili karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0.001$ ). 7. ve 10. günde RealSeal ve MTA Fillapex kanal dolgu patlarının antibakteriyel etkinliklerinde istatistiksel olarak bir fark bulunmazken ( $p>0.05$ ), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi ( $p<0.001$ ).

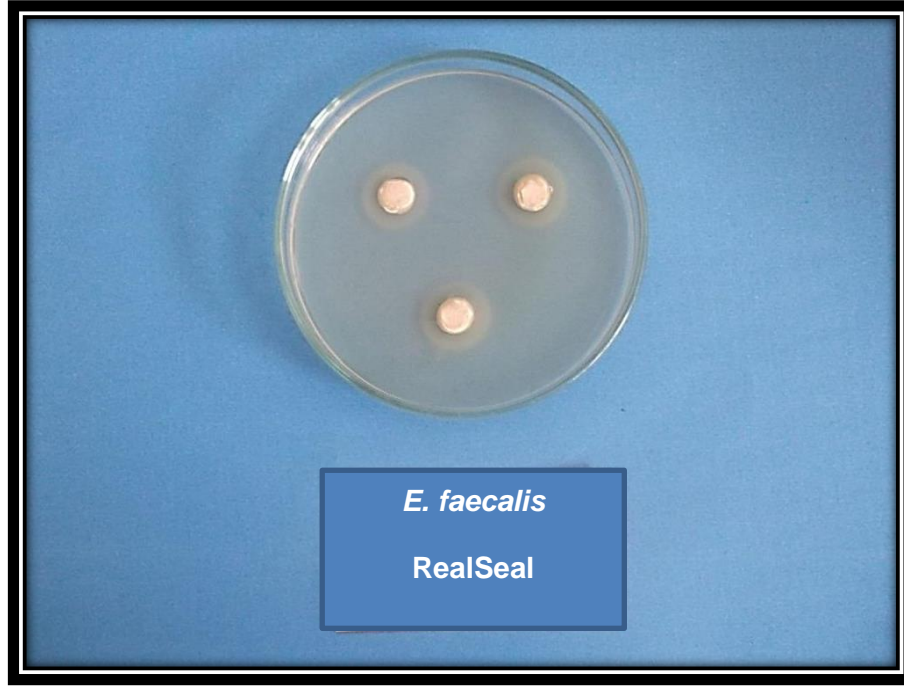


**Şekil 3.5** *E. faecalis* ekili besiyerinde AH 26 kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı

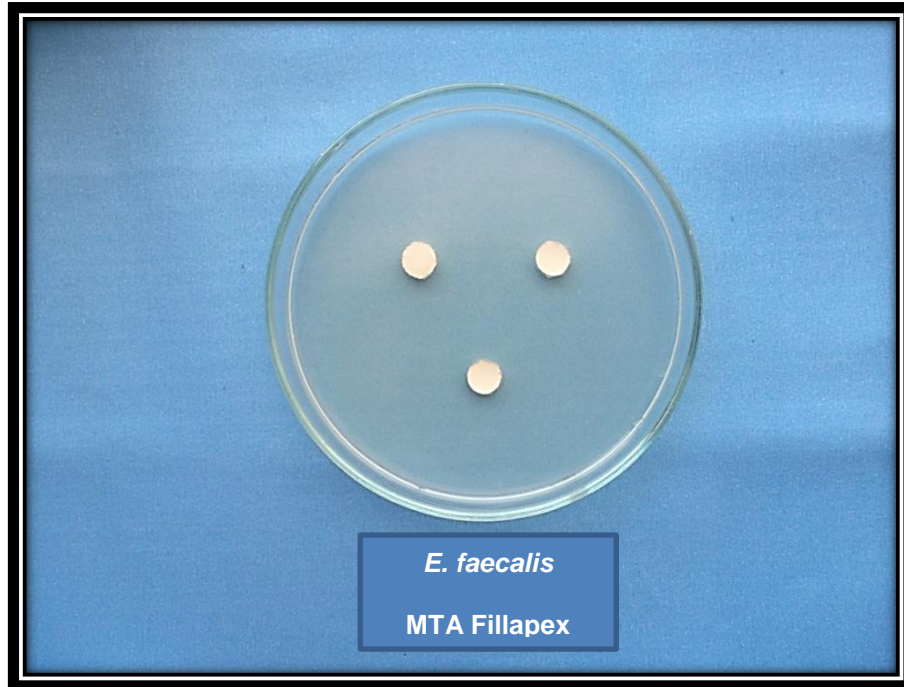


**Şekil 3.6** *E. faecalis* ekili besiyerinde AH Plus kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı





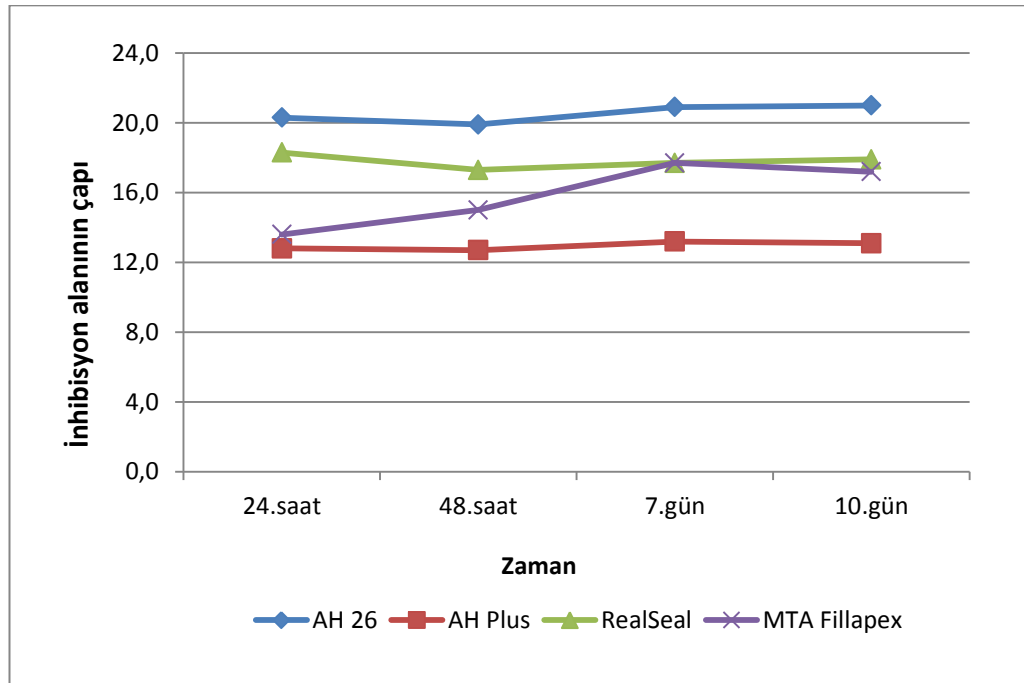
**Şekil 3.7** *E. faecalis* ekili besiyerinde RealSeal kanal dolgu matının oluşturduğu inhibisyon alanı



**Şekil 3.8** *E. faecalis* ekili besiyerinde MTA Fillapex kanal dolgu matının oluşturduğu inhibisyon alanı

Kanal dolgu patlarının *E. faecalis*'e karşı antibakteriyel etkinliğinin zamana göre değişimi Çizelge 3.2.'de gösterilmektedir. AH 26, AH Plus ve RealSeal kanal dolgu patlarının antibakteriyel etkinliğinin zamanla değişmediği belirlenirken ( $p>0.05$ ), MTA Fillapex kanal dolgu patının antibakteriyel etkinliğinin zamanla arttığı tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

**Çizelge 3-2** Kanal dolgu patlarının *E. faecalis*'e karşı antibakteriyel etkinlik değerlerinin ölçüm zamanlarına göre değişimi



### 3.1.3 *C. albicans*'a Ait Bulgular

Çalışmada kullanılan kanal dolgu patlarının *C. albicans*'a karşı antifungal etkinliklerine ait veriler Tablo 3.3'de gösterilmektedir. Çalışma sonucunda *C. albicans* ekili besiyerlerindeki farklı kanal dolgu patlarının oluşturduğu inhibisyon alanları Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11 ve Şekil 3.12'de görülmektedir.

**Tablo 3-3** Kanal dolgu patlarının *C. albicans*'a karşı antifungal etkinlik değerleri

Kanal Dolgu Patları	Ölçüm zamanları				Toplam Ort±SS
	24. saat Ort±SS	48. saat Ort±SS	7. gün Ort±SS	10. gün Ort±SS	
AH 26	39.5±1.5 <sup>a</sup>	41.1±2.4 <sup>a</sup>	39.4±1.6 <sup>a</sup>	40.2±1.3 <sup>a</sup>	40.0±1.8 <sup>a</sup>
AH Plus	12.4±0.6 <sup>c</sup>	12.3±0.4 <sup>d</sup>	12.6±0.7 <sup>d</sup>	12.6±0.7 <sup>c</sup>	12.5±0.6 <sup>d</sup>
RealSeal	17.6±0.6 <sup>b</sup>	17.3±0.6 <sup>c</sup>	17.6±0.8 <sup>c</sup>	17.6±0.7 <sup>b</sup>	17.5±0.7 <sup>c</sup>
MTA Fillapex	18.4±2.2 <sup>b</sup>	19.3±1.9 <sup>b</sup>	19.4±1.6 <sup>b</sup>	18.9±1.8 <sup>b</sup>	19.0±1.9 <sup>b</sup>

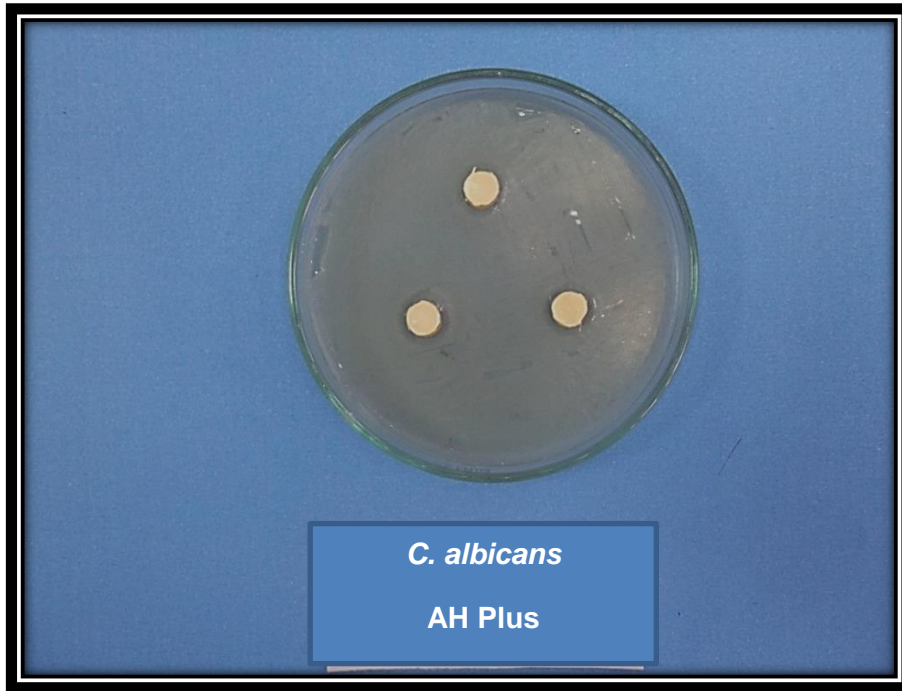
\*Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0.05$ ).

Tüm zaman aralıklarındaki veriler incelendiğinde *C. albicans*'a karşı kullanılan kanal dolgu patlarının antifungal etkinlikleri arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ( $p<0.001$ ). En büyük inhibisyon alanı AH 26 kanal dolgu patında gözlenirken, en düşük inhibisyon alanı AH Plus kanal dolgu patında izlendi.

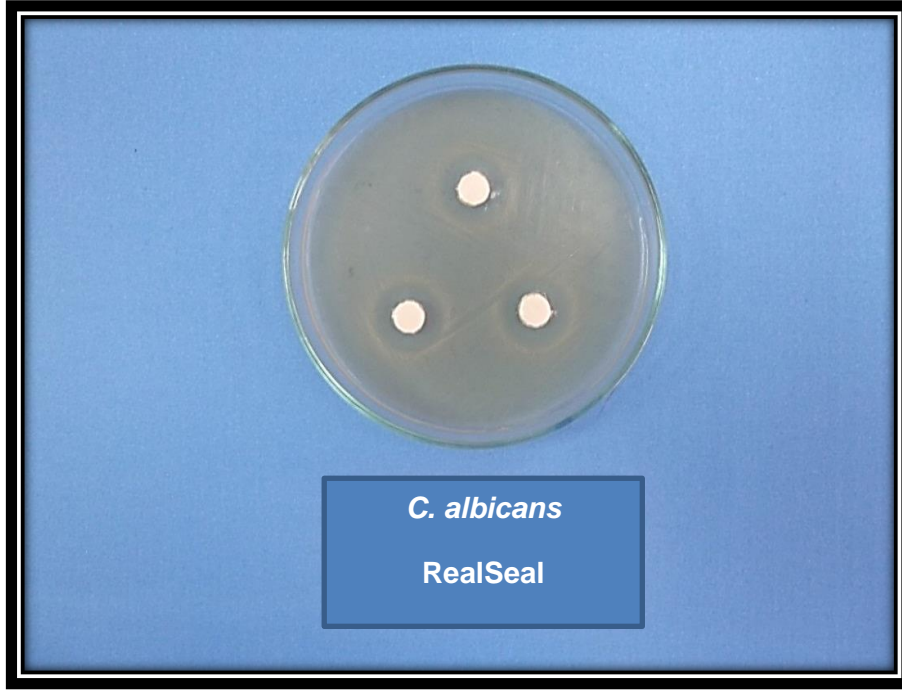
Farklı ölçüm zamanlarında kanal dolgu patlarının antifungal karşılaştırmalarında 24. saatte RealSeal ve MTA Fillapex kanal dolgu patları arasında anlamlı fark olmadığı ( $p>0.05$ ), diğer kanal dolgu patlarının karşılaştırmalarında anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.001$ ). 48. saatte ve 7. günde tüm kanal dolgu patları arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ). 10. günde en yüksek antifungal etkinlik AH 26 kanal dolgu patında gözlenmiştir. RealSeal ve MTA Fillapex kanal dolgu patları arasında fark bulunamazken ( $p>0.05$ ), bu kanal dolgu patları AH Plus kanal dolgu patına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek antifungal etkinlik göstermiştir ( $p<0.001$ ).



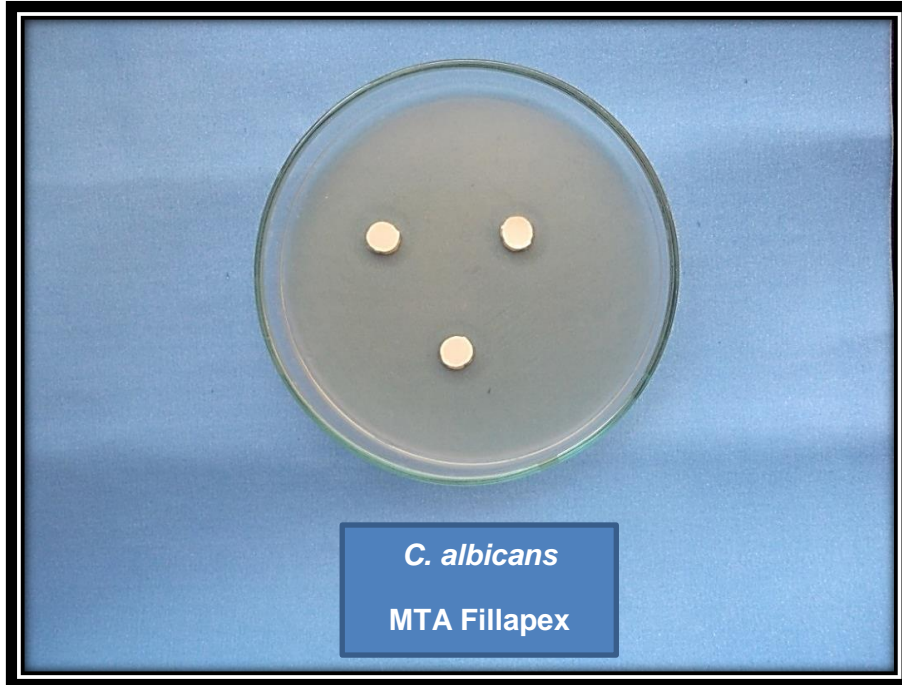
Şekil 3.9 *C. albicans* ekili besiyerinde AH 26 kanal dolgu matının oluşturduğu inhibisyon alanı



Şekil 3.10 *C. albicans* ekili besiyerinde AH Plus kanal dolgu matının oluşturduğu inhibisyon alanı



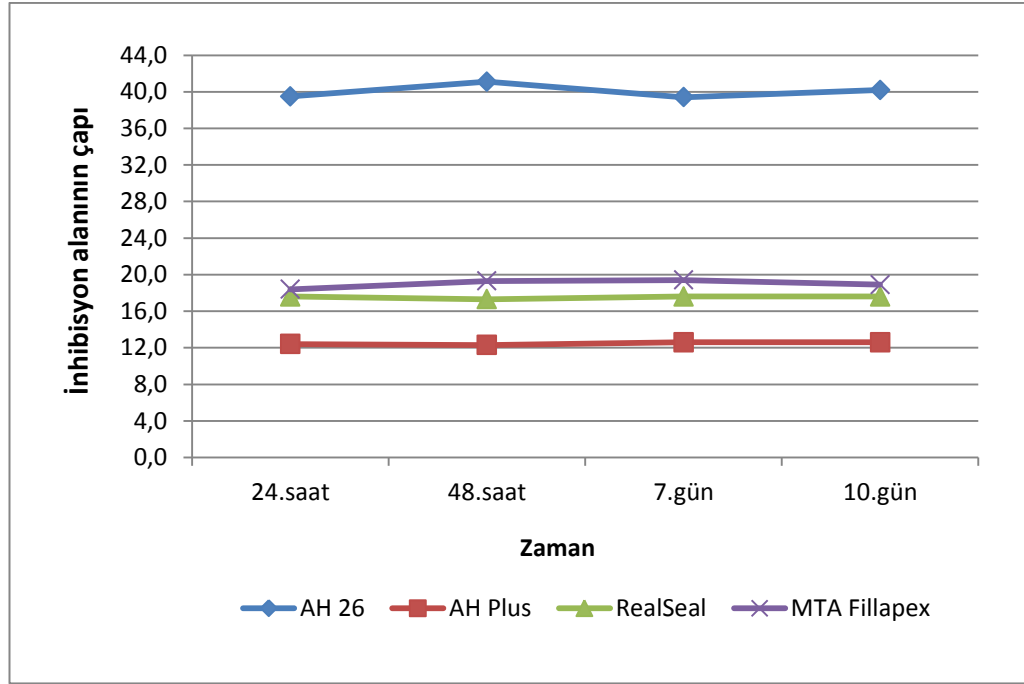
**Şekil 3.11** *C. albicans* ekili besiyerinde RealSeal kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı



**Şekil 3.12** *C. albicans* ekili besiyerinde MTA Fillapex kanal dolgu patının oluşturduğu inhibisyon alanı

Kanal dolgu patlarının *C. albicans*'a karşı antifungal etkinliğinin zamana göre değişimi izelge 3.3.'de gösterilmektedir. Tüm kanal dolgu patlarının antifungal etkinliklerinin zamanla değişmediği tespit edilmiştir.

**Çizelge 3-3** Kanal dolgu patlarının *C. albicans*'a karşı antifungal etkinlik değerlerinin ölçüm zamanlarına göre değişimi

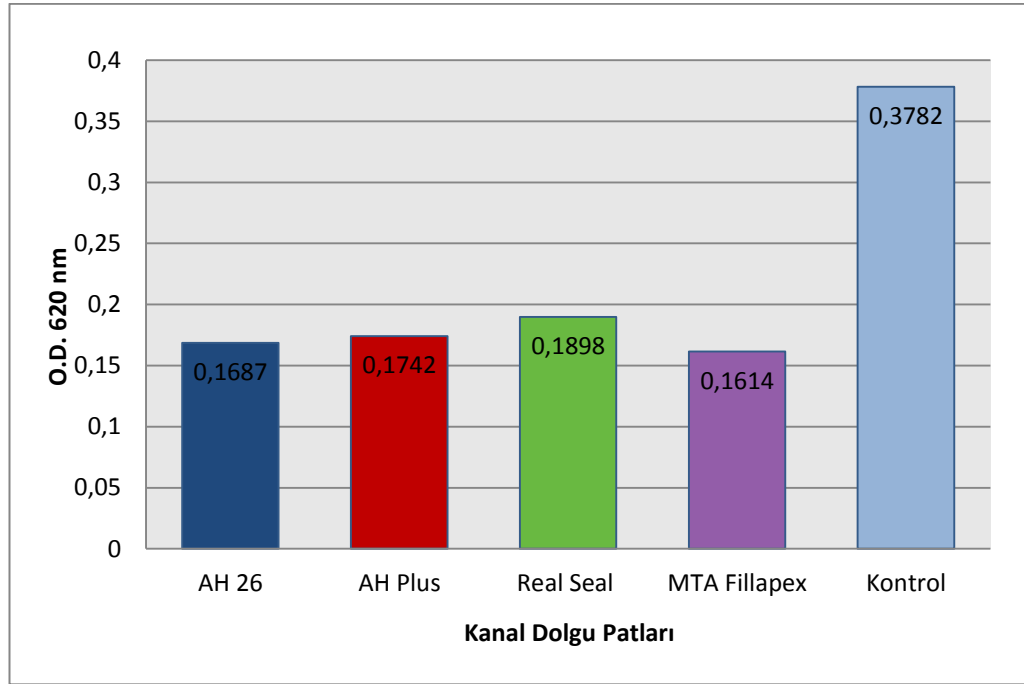


## 3.2 Direkt Kontakt Teste Ait Bulguları

### 3.2.1 *S. aureus*'a Ait Bulgular

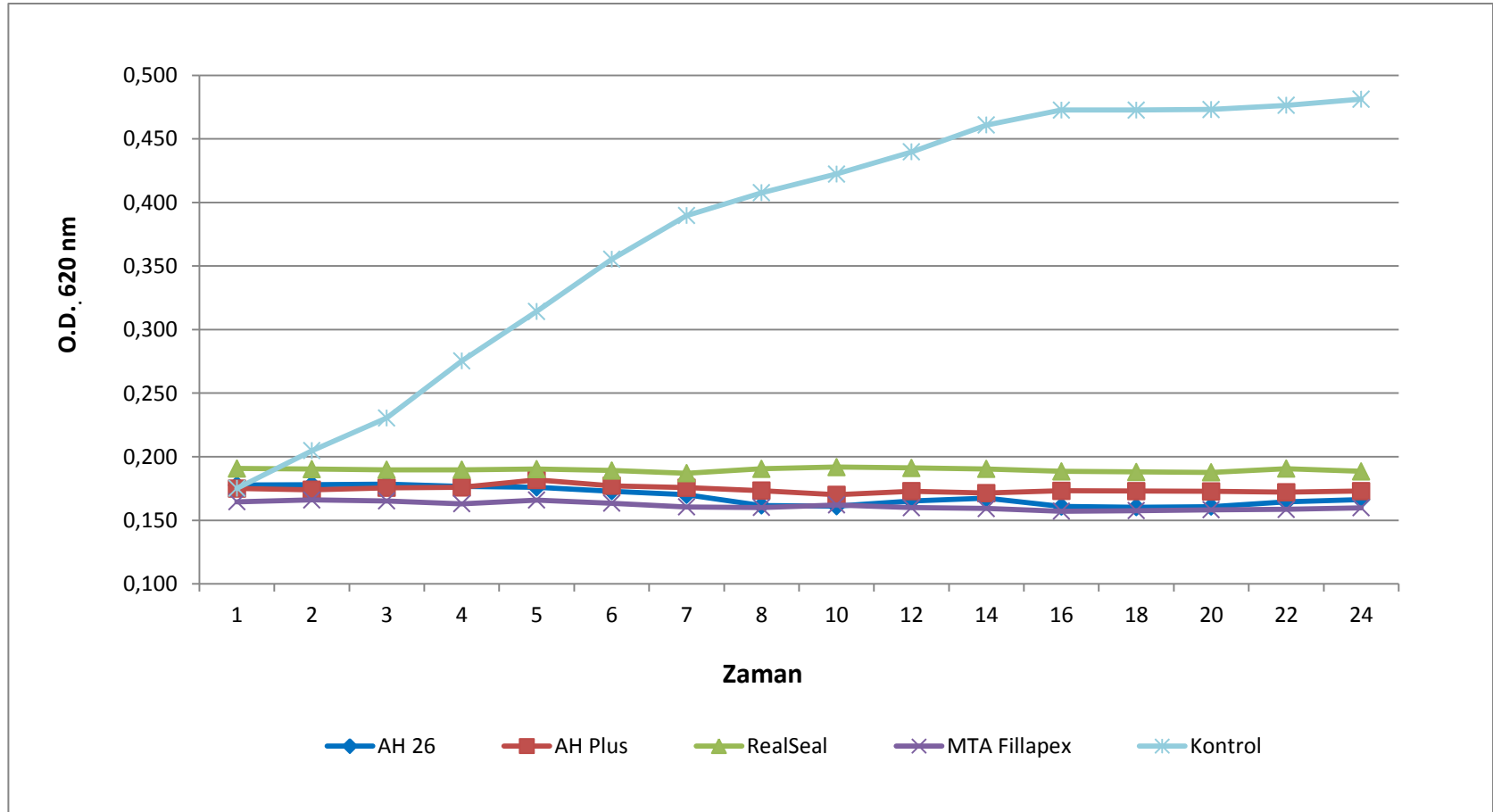
Yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarının *S. aureus* ile direkt teması sonucu tüm zamanlardaki OD değerlerinin ortalamaları Çizelge 3.4'de gösterilmektedir. Pozitif kontrol grubu ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenirken ( $p < 0.05$ ), farklı kanal dolgu patları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p > 0.05$ ).

**Çizelge 3-4** Yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarında 24 saatlik ölçüm sonunda *S. aureus*'a karşı elde edilen OD ortalamaları



Yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarının *S. aureus* ile direkt teması sonrası spektrofotometrik değerlendirme için alınan örneklerin inkübasyonu sonucu zamana bağlı olarak elde edilen OD değerlerinin eğrileri Çizelge 3.5'te gösterilmektedir. Pozitif kontrol grubunda 24 saat boyunca bakteriyel üreme gözlenirken, farklı kanal dolgu patları ile temas eden gruplarda bakteriyel üreme izlenmemiştir.

**Çizelge 3-5** Yeni karıştırılmış kanal dolgu patları ile temas eden *S. aureus*'un bakteriyel gelişimi. Kanal dolgu patları üzerinde işaretli her nokta ölçümlerin logaritmik dağılımında o saate ait ortalama optik yoğunluk ( $OD_{620}$ ) değerini vermektedir

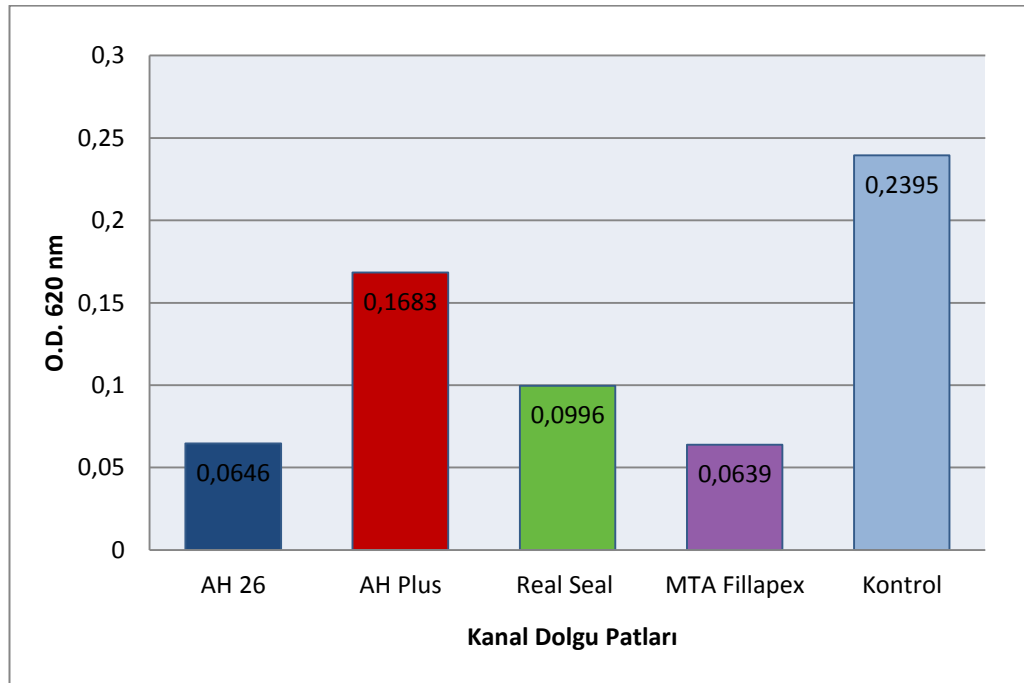




Karıştırıldıktan sonra 24 saat sertleşmesine izin verilen ve sonrasında *S. aureus* ile direkt teması sonucu tüm zamanlardaki OD değerlerinin ortalamaları Çizelge 3.6’da gösterilmektedir.

Pozitif kontrol grubu ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ( $p < 0.05$ ). AH Plus kanal dolgu patı ile diğer kanal dolgu patları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenirken ( $p < 0.05$ ), AH 26, RealSeal ve MTA Fillapex kanal dolgu patları arasında anlamlı bir fark gözlenmedi ( $p > 0.05$ ).

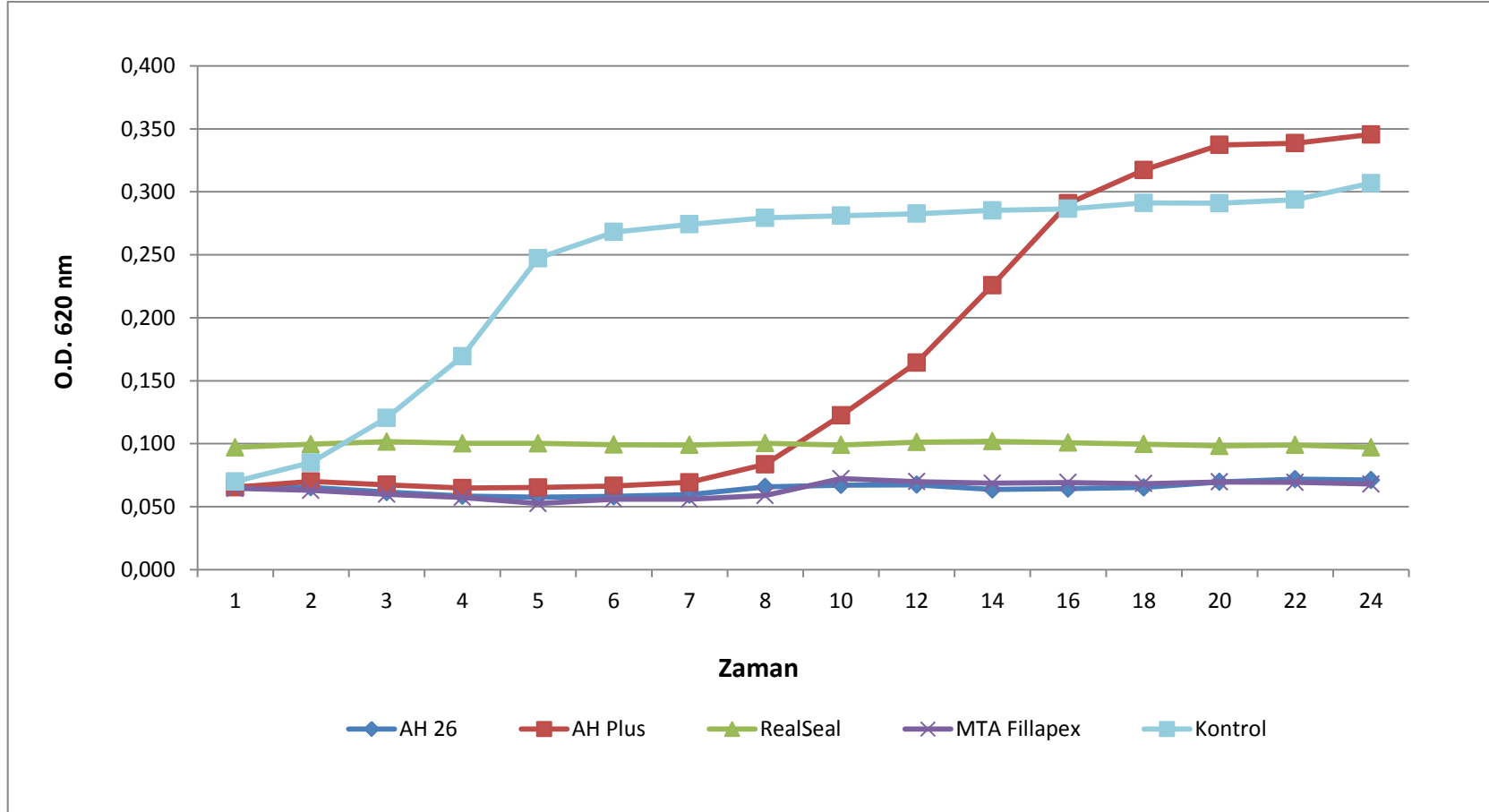
**Çizelge 3-6** 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patlarında 24 saatlik ölçüm sonunda *S. aureus*’a karşı elde edilen OD ortalamaları



Karıştırıldıktan sonra 24 saat sertleşmesine izin verilen kanal dolgu patlarının *S. aureus* ile direkt teması sonrası spektrofotometrik değerlendirme için alınan örneklerin inkübasyonu sonucu zamana bağlı olarak elde edilen OD değerlerinin eğrileri Çizelge 3.7’de gösterilmektedir.

Pozitif kontrol grubunda 24 saat boyunca bakteriyel üreme gözlenirken, kanal dolgu patlarında AH Plus kanal dolgu patı dışında bakteriyel üreme görülmemiştir. AH Plus kanal dolgu patında 8. saatten sonra ortalama OD değerinin artması antibakteriyel etkinliğinin azalması ile sonuçlanmaktadır.

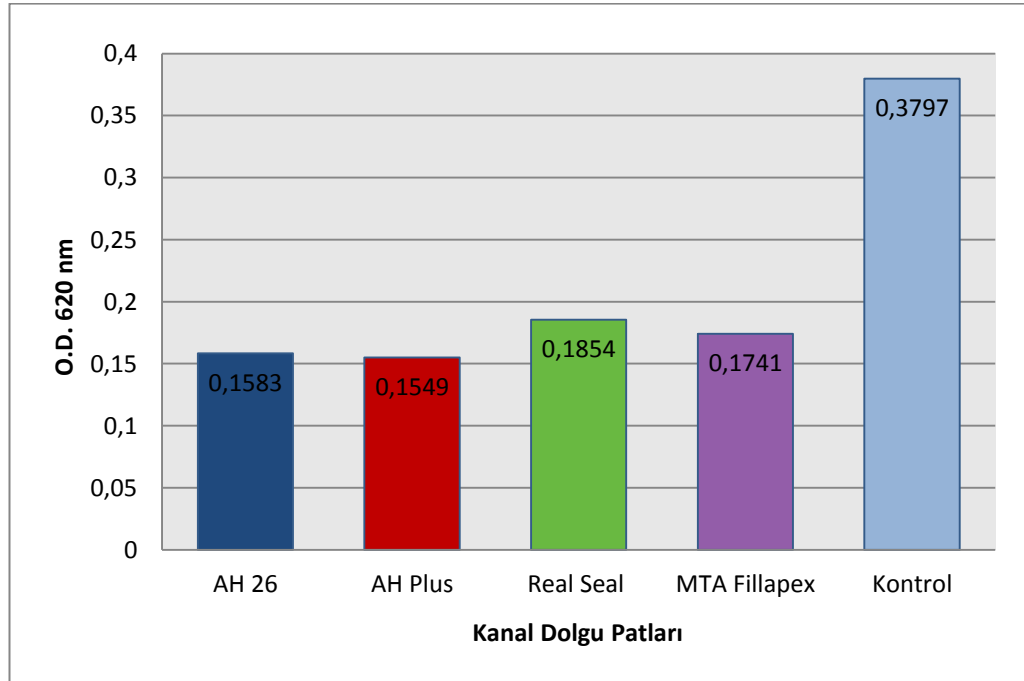
**Çizelge 3-7** 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patları ile temas eden *S. aureus*'un bakteriyel gelişimi. Kanal dolgu patları üzerinde işaretli her nokta ölçümlerin logaritmik dağılımında o saate ait ortalama optik yoğunluk ( $OD_{620}$ ) değerini vermektedir



### 3.2.2 *E. faecalis*'e Ait Bulgular

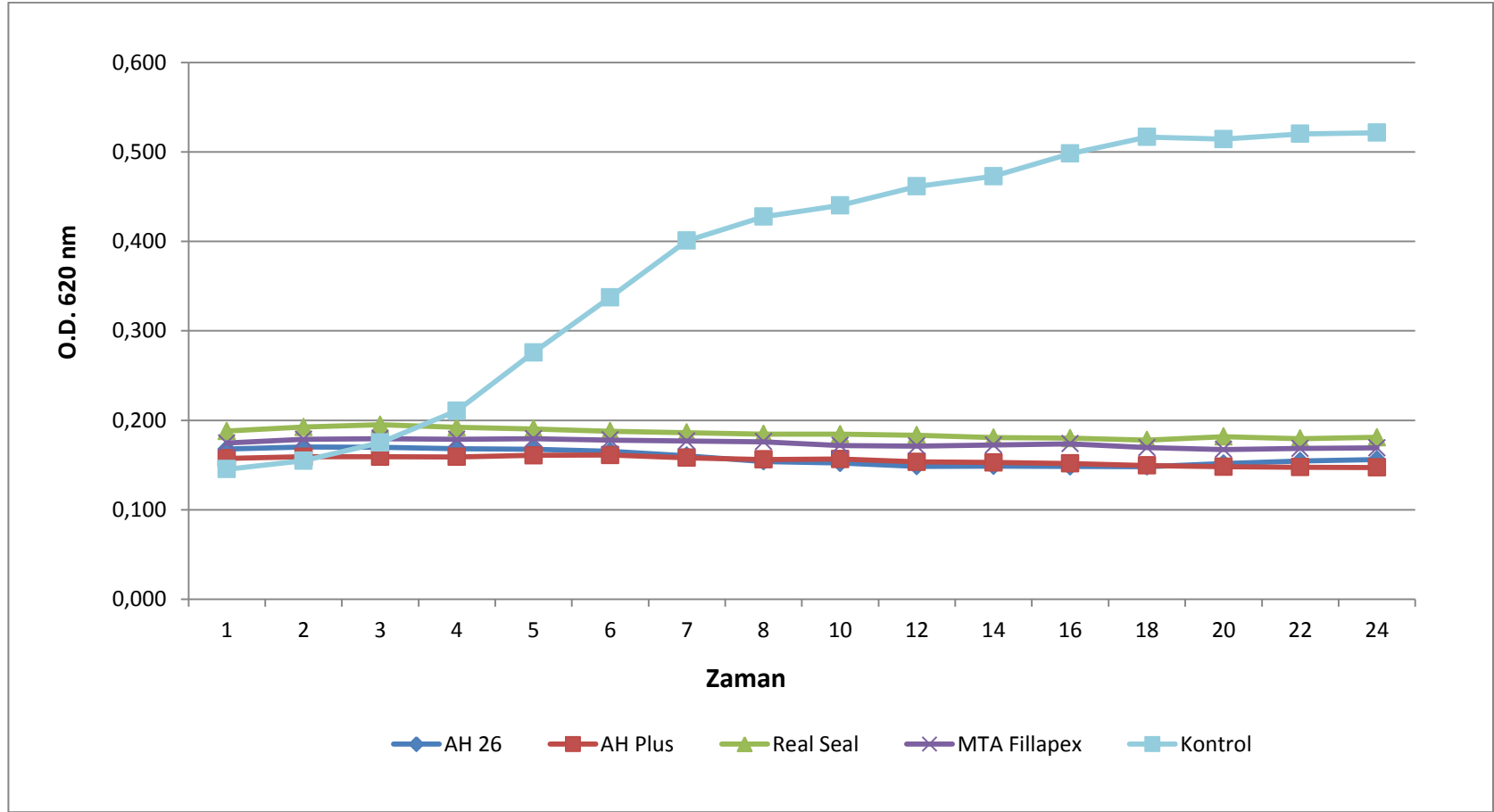
Yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarının *E. faecalis* ile direkt teması sonucu tüm zamanlardaki OD değerlerinin ortalamaları Çizelge 3.8'de gösterilmektedir. Pozitif kontrol grubu ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenirken ( $p < 0.05$ ), farklı kanal dolgu patları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p > 0.05$ ).

**Çizelge 3-8** Yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarında 24 saatlik ölçüm sonunda *E. faecalis*'e karşı elde edilen OD ortalamaları



Yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarının *E. faecalis* ile direkt teması sonrası spektrofotometrik değerlendirme için alınan örneklerin inkübasyonu sonucu zamana bağlı olarak elde edilen OD değerlerinin eğrileri Çizelge 3.9'da gösterilmektedir. Pozitif kontrol grubunda 24 saat boyunca bakteriyel üreme gözlenirken, farklı kanal dolgu patları ile temas eden gruplarda bakteriyel üreme izlenmemiştir.

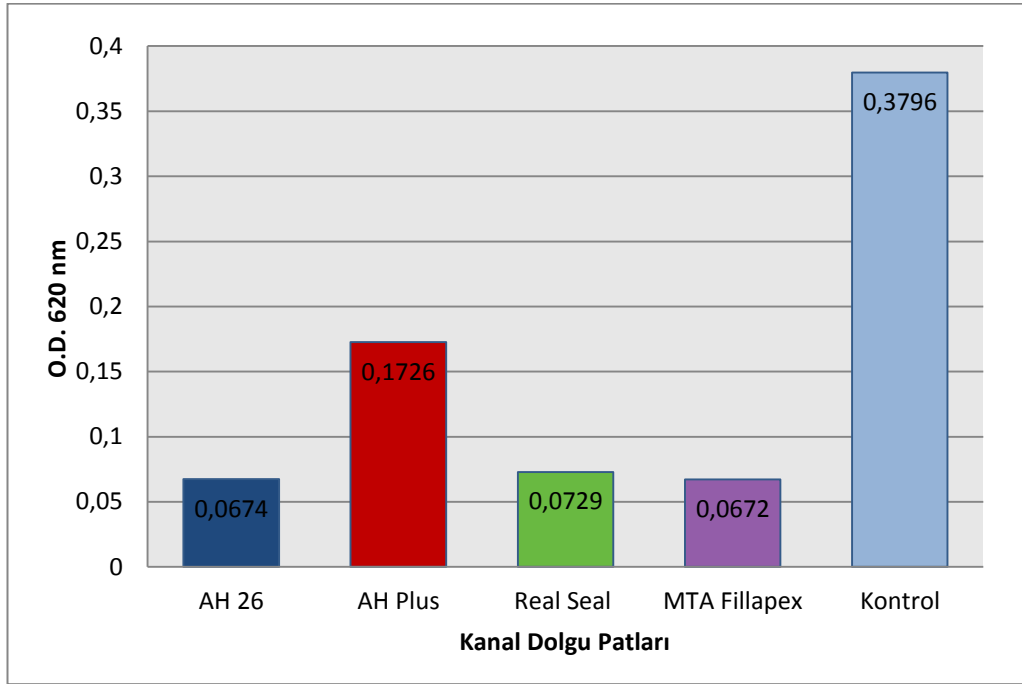
**Çizelge 3-9** Yeni karıştırılmış kanal dolgu patları ile temas eden *E. faecalis*'in bakteriyel gelişimi. Kanal dolgu patları üzerinde işaretli her nokta ölçümlerin logaritmik dağılımında o saate ait ortalama optik yoğunluk ( $OD_{620}$ ) değerini vermektedir.



Karıştırıldıktan sonra 24 saat sertleşmesine izin verilen ve sonrasında *E. faecalis* ile direkt teması sonucu tüm zamanlardaki OD değerlerinin ortalamaları Çizelge 3.10'da gösterilmektedir.

Pozitif kontrol grubu ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ( $p < 0.05$ ). AH Plus kanal dolgu patı ile diğer kanal dolgu patları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenirken ( $p < 0.05$ ), AH 26, RealSeal ve MTA Fillapex kanal dolgu patları arasında anlamlı bir fark gözlemlenmedi ( $p > 0.05$ ).

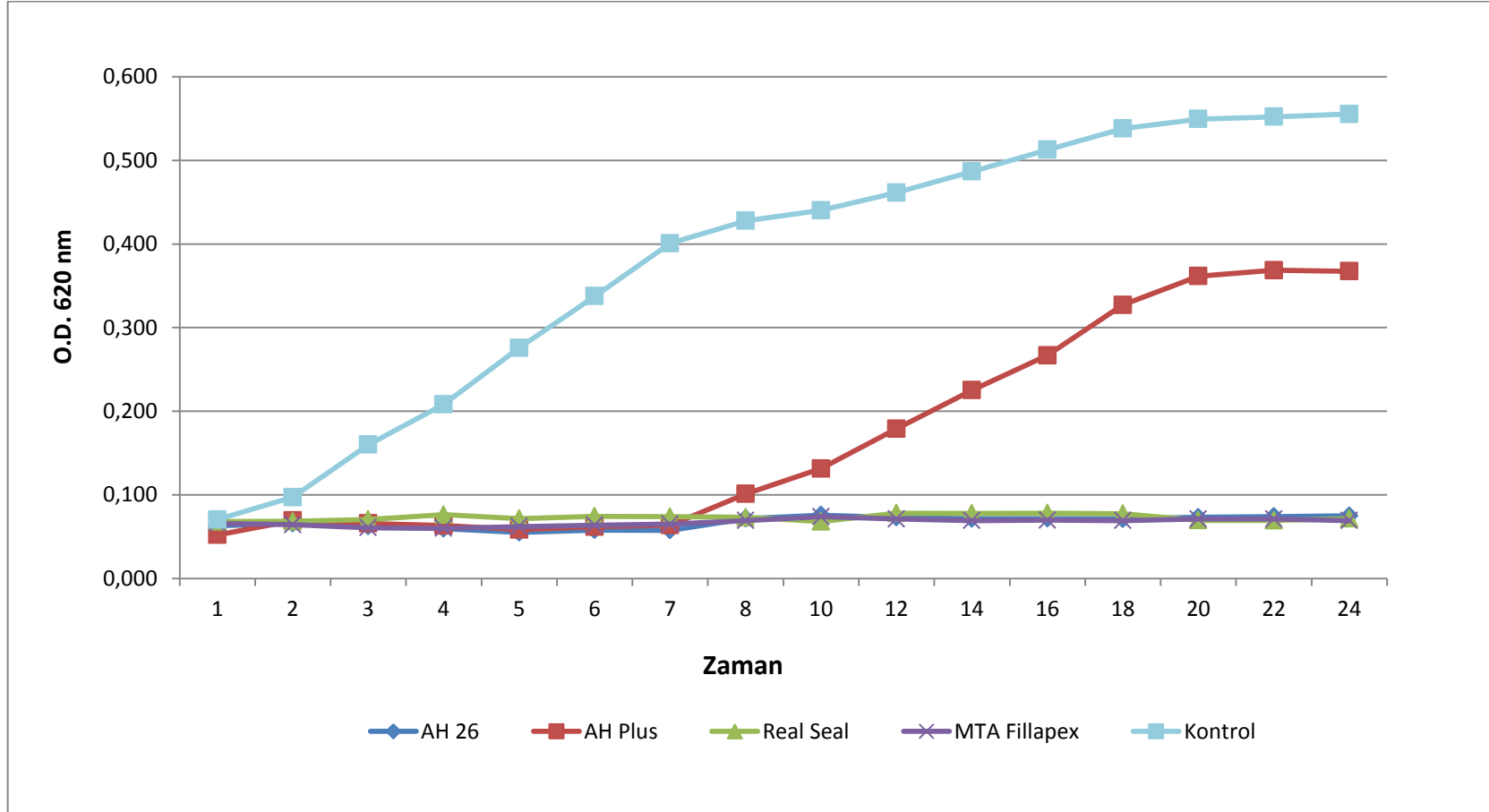
**Çizelge 3-10** 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patlarında 24 saatlik ölçüm sonunda *E. faecalis*'a karşı elde edilen OD ortalamaları



Karıştırıldıktan sonra 24 saat sertleşmesine izin verilen kanal dolgu patlarının *E. faecalis* ile direkt teması sonrası spektrofotometrik değerlendirme için alınan örneklerin inkübasyonu sonucu zamana bağlı olarak elde edilen OD değerlerinin eğrileri Çizelge 3.11'de gösterilmektedir.

Pozitif kontrol grubunda 24 saat boyunca bakteriyel üreme gözlemlenirken, kanal dolgu patlarında AH Plus kanal dolgu patı dışında bakteriyel üreme görülmemiştir. AH Plus kanal dolgu patında 8. saatten sonra ortalama OD değerinin artması antibakteriyel etkinliğinin azalması ile sonuçlanmaktadır.

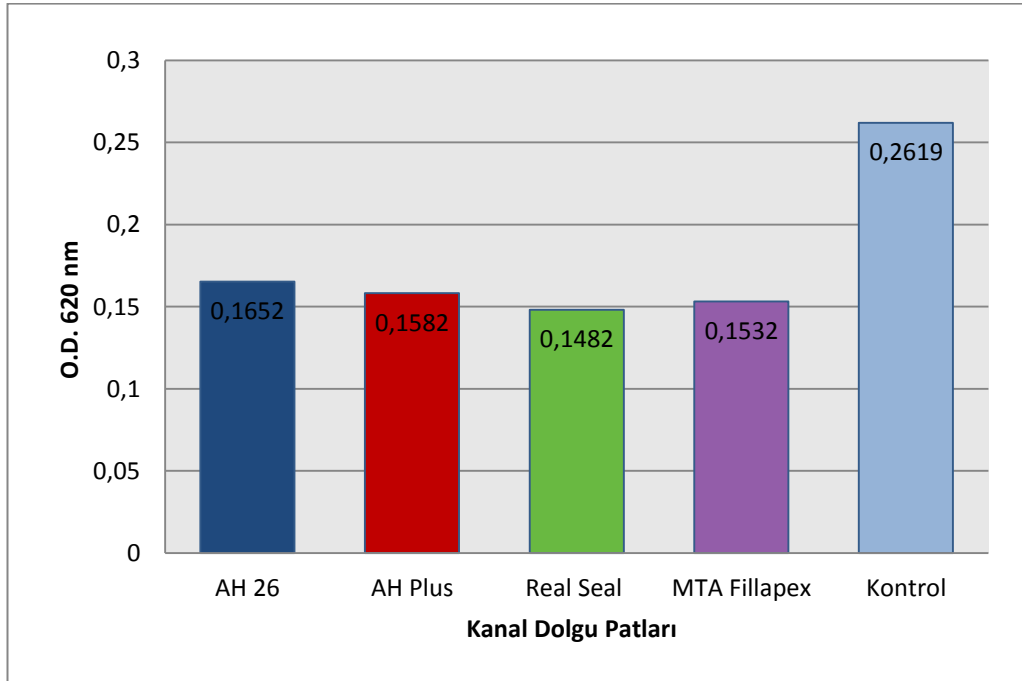
**Çizelge 3-11** 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patları ile temas eden *E. faecalis*'in bakteriyel gelişimi. Kanal dolgu patları üzerinde işaretli her nokta ölçümlerin logaritmik dağılımında o saate ait ortalama optik yoğunluk ( $OD_{620}$ ) değerini vermektedir.



### 3.2.3 *C. albicans*'a Ait Bulgular

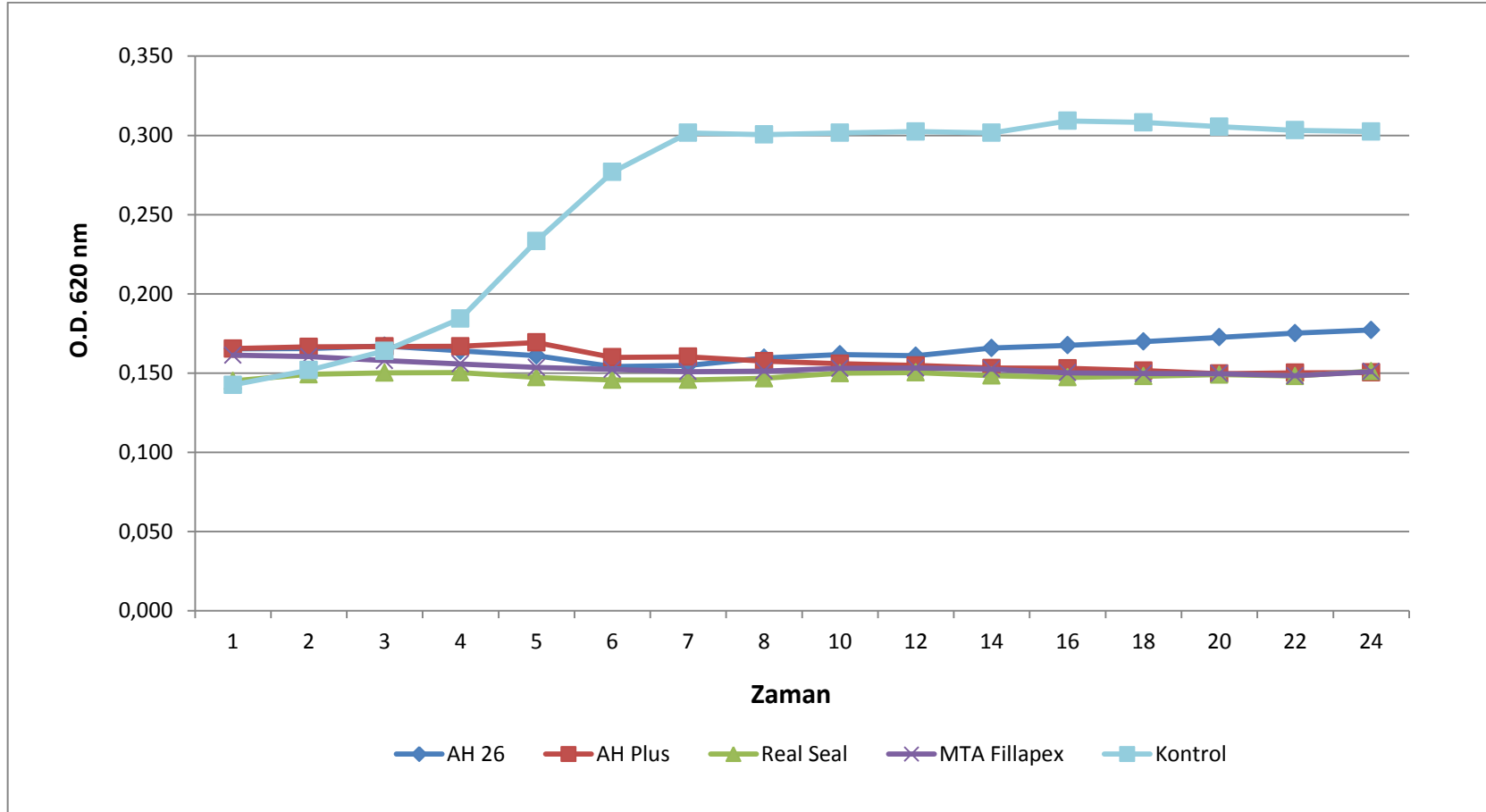
Yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarının *C. albicans* ile direkt teması sonucu tüm zamanlardaki OD değerlerinin ortalamaları Çizelge 3.12'de gösterilmektedir. Pozitif kontrol grubu ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenirken ( $p < 0.05$ ), farklı kanal dolgu patları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p > 0.05$ ).

**Çizelge 3-12** Yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarında 24 saatlik ölçüm sonunda *C. albicans*'a karşı elde edilen OD ortalamaları



Yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarının *C. albicans* ile direkt teması sonrası spektrofotometrik değerlendirme için alınan örneklerin inkübasyonu sonucu zamana bağlı olarak elde edilen OD değerlerinin eğrileri Çizelge 3.13'de gösterilmektedir. Pozitif kontrol grubunda 24 saat boyunca fungal üreme gözlenirken, kanal dolgu patları ile temas eden gruplarda fungal üreme izlenmemiştir.

**Çizelge 3-13** Yeni karıştırılmış kanal dolgu patları ile temas eden *C. albicans*'ın fungal gelişimi. Kanal dolgu patları üzerinde işaretli her nokta ölçümlerin logaritmik dağılımında o saate ait ortalama optik yoğunluk ( $OD_{620}$ ) değerini vermektedir

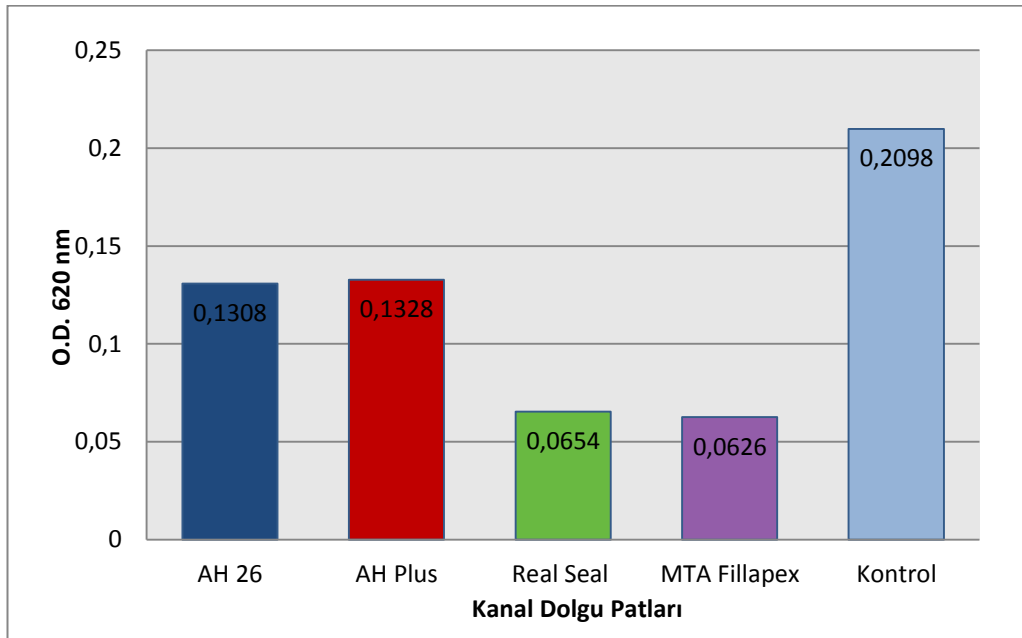




Karıştırıldıktan sonra 24 saat sertleşmesine izin verilen ve sonrasında *C. albicans* ile direkt teması sonucu tüm zamanlardaki OD değerlerinin ortalamaları Çizelge 3.14’te gösterilmektedir.

Pozitif kontrol grubu ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ( $p < 0.05$ ). AH 26 ve AH Plus kanal dolgu patları arasında anlamlı fark bulunmazken ( $p > 0.05$ ), bu iki kanal dolgu patı ile diğer kanal dolgu patları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ( $p < 0.05$ ). Ayrıca RealSeal ve MTA Fillapex kanal dolgu patları arasında anlamlı bir fark gözlemlenmedi ( $p > 0.05$ ).

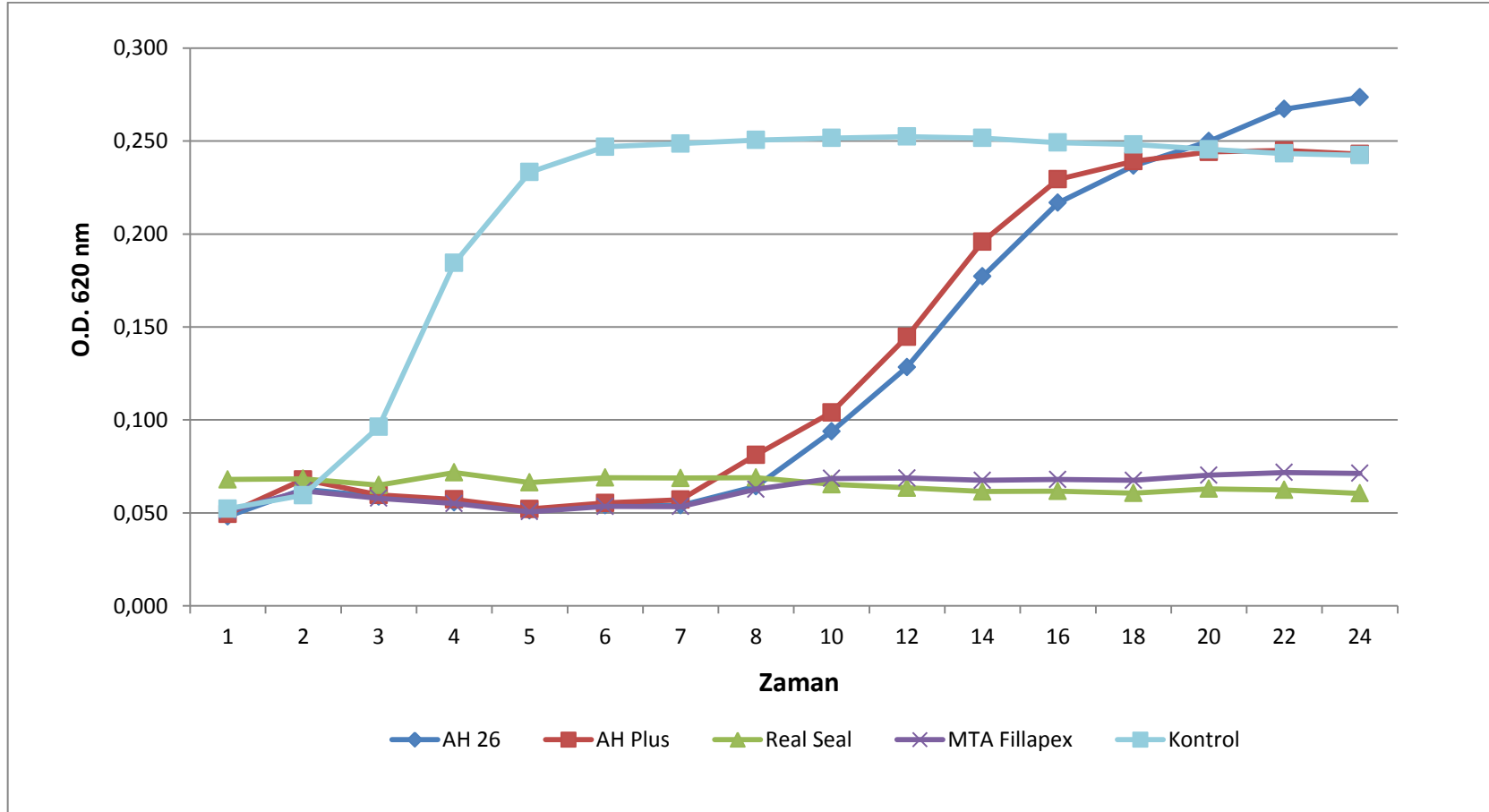
**Çizelge 3-14** 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patlarında 24 saatlik ölçüm sonunda *C. albicans*’a karşı elde edilen OD ortalamaları



Karıştırıldıktan sonra 24 saat sertleşmesine izin verilen kanal dolgu patlarının *C. albicans* ile direkt teması sonrası spektrofotometrik değerlendirme için alınan örneklerin inkübasyonu sonucu zamana bağlı olarak elde edilen OD değerlerinin eğrileri Çizelge 3.15’te gösterilmektedir.

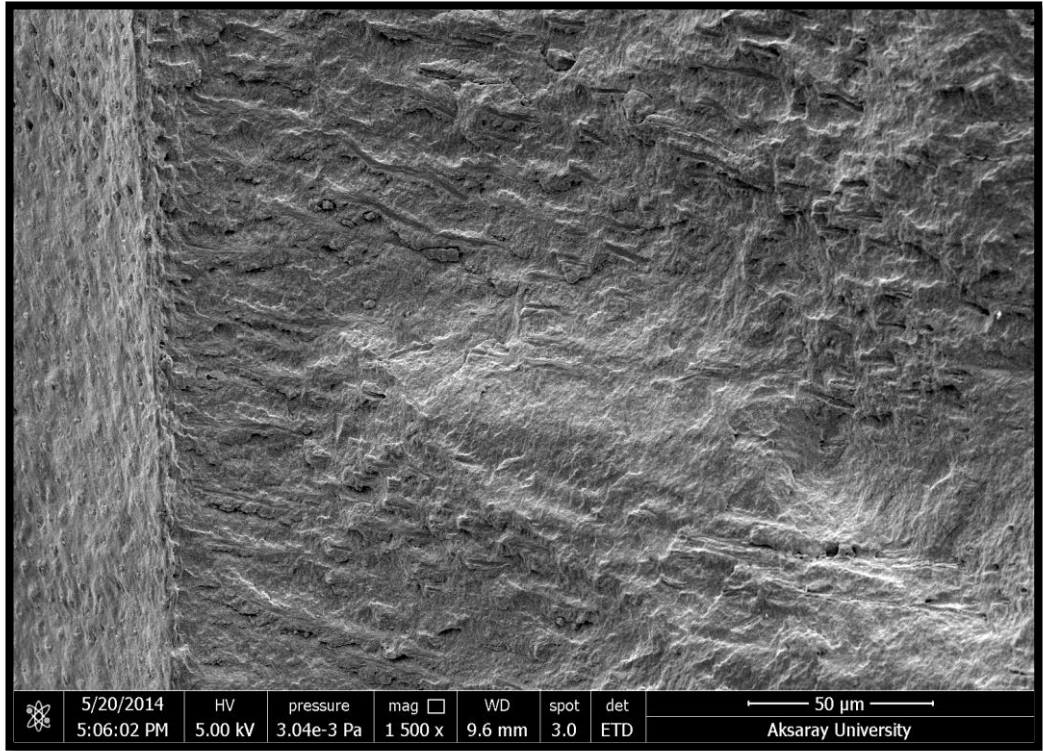
Pozitif kontrol grubunda 24 saat boyunca bakteriyel üreme gözlenirken, kanal dolgu patlarında AH 26 ve AH Plus kanal dolgu patları dışında bakteriyel üreme görülmemiştir. AH 26 kanal dolgu patında 10. saatten sonra, AH Plus kanal dolgu patında ise 8. saatten sonra ortalama OD değerinin artması antifungal etkinliğinin azalması ile sonuçlanmaktadır.

**Çizelge 3-15** 24 saat bekletilmiş kanal dolgu patları ile temas eden *C. albicans*'ın bakteriyel gelişimi. Kanal dolgu patları üzerinde işaretli her nokta ölçümlerin logaritmik dağılımında o saate ait ortalama optik yoğunluk ( $OD_{620}$ ) değerini vermektedir

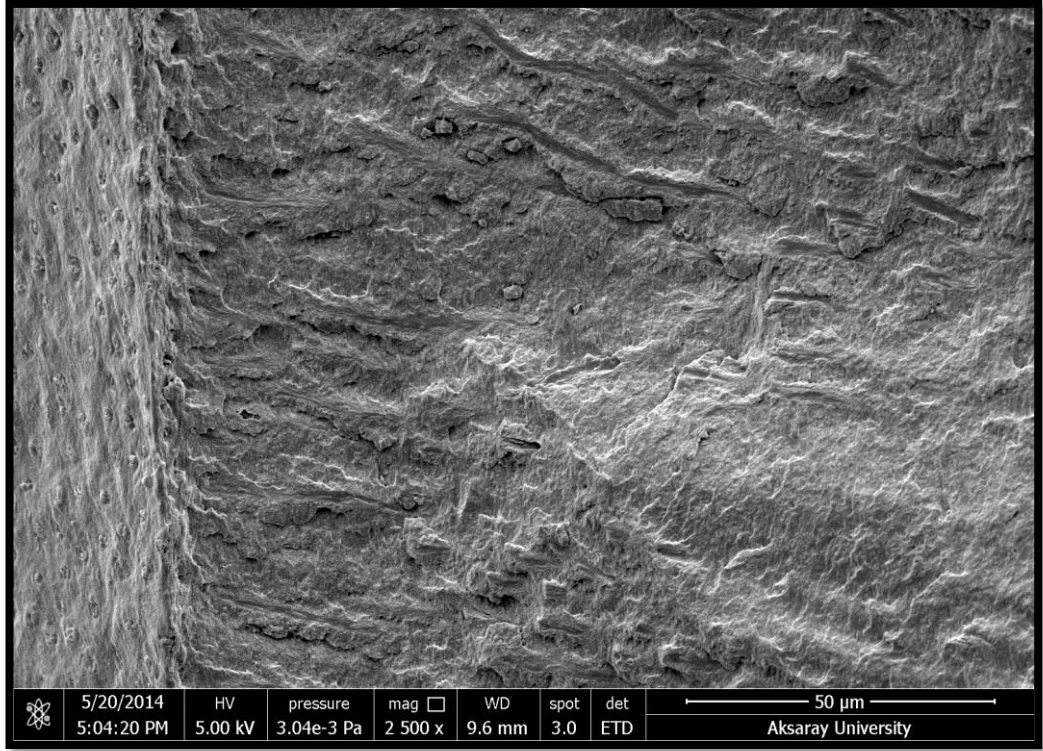


### 3.3 Dentin Tübül Penetrasyon Bulguları

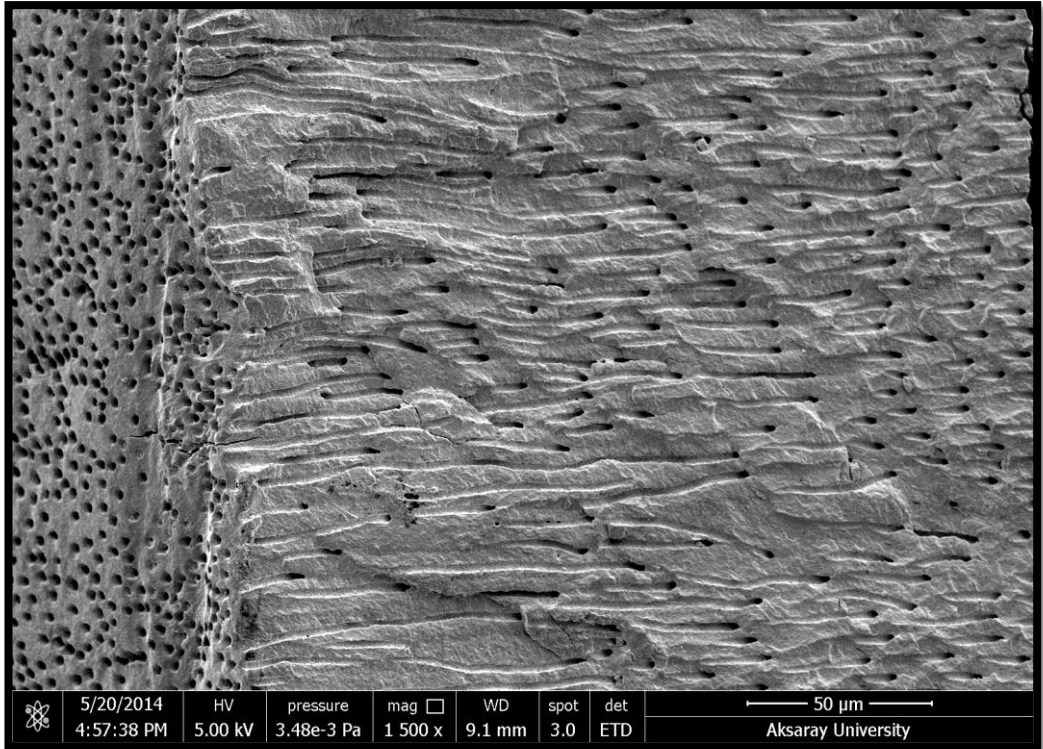
SEM incelemesi sonucunda preperasyonun hemen sonrasında ayrılan iki dişte kök kanallarında yoğun bir smear tabakası varlığı tespit edildi (Şekil 3.13, Şekil 3.14). NaOCl ve EDTA kullanımı ile smear tabakası uzaklaştırma işlemlerinin uygulandığı iki dişteki SEM değerlendirmesi sonucunda smear tabakasının tamamen uzaklaştırıldığı ve dentin tübüllerinin tamamen açıldığı görüldü (Şekil 3.15, Şekil 3.16).



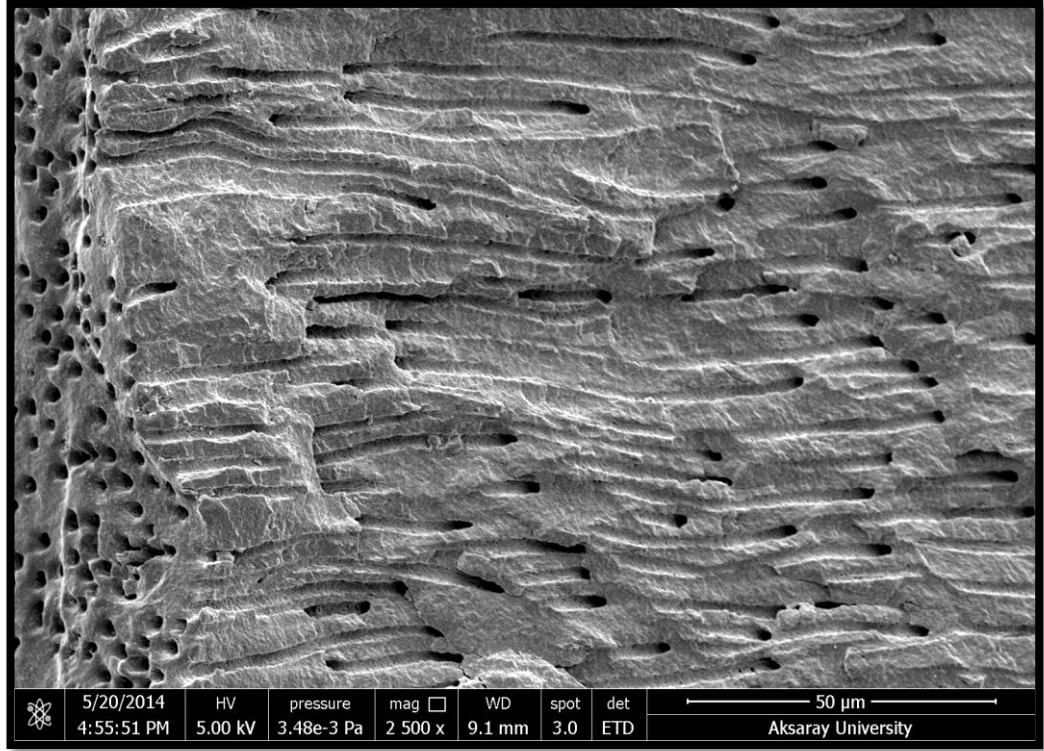
**Şekil 3.13** 1500X büyütmede smear tabakası kaldırılmamış pozitif kontrol grubundan alınan SEM görüntüsü. Yüzeyi kaplayan smear tabakası nedeniyle dentin tübülleri net olarak izlenememektedir



Şekil 3.14 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü



Şekil 3.15 1500X büyütmede smear tabakası kaldırılmış negatif kontrol grubundan alınan SEM görüntüsü. Dentin tübülleri net olarak izlenebilmektedir



Şekil 3.16 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü

Kanal dolgu patları ve bölgeler göz ardı edildiğinde iki farklı kanal dolgu tekniği ile elde edilen dentin tübül penetrasyon ortalama ve standart sapmaları Tablo 3.4'te sunulmaktadır. Farklı kanal dolgu teknikleri kullanıldığında dentin tübül penetrasyon derinlikleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0.05$ ).

**Tablo 3-4** Farklı kanal dolgu teknikleri ile elde edilen dentin tübül penetrasyon ortalama ve standart sapmaları

Kanal Dolgu Tekniği	Ort±SS
Lateral Kondenzasyon Tekniği	737.7±280.3 <sup>a</sup>
Tek Kon Tekniği	735.3±268.7 <sup>a</sup>

*\*Aynı sütunda aynı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ).*

Kanal dolgu tekniği ve bölgeler göz ardı edildiğinde, çalışmada kullanılan 4 farklı kanal dolgu patına ait dentin tübül penetrasyon ortalama ve standart sapmaları

Tablo 3.5’te gösterilmektedir. Farklı kanal dolgu patları kullanıldığında dentin tübül penetrasyon derinliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ( $p=0.416$ ).

**Tablo 3-5** Farklı kanal dolgu patları ile elde edilen dentin tübül penetrasyon ortalama ve standart sapmaları

Kanal Dolgu Patları	Ort±SS
AH 26	738.0±303.9 <sup>a</sup>
AH Plus	705.9±254.8 <sup>a</sup>
RealSeal	782.4±287.4 <sup>a</sup>
MTA Fillapex	719.9±246.5 <sup>a</sup>

*\*Aynı sütunda aynı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p=0.416$ ).*

Kanal dolgu teknikleri ve kanal dolgu patları göz ardı edildiğinde, farklı kök kanal bölgelerinde elde edilen dentin tübül penetrasyon ortalama ve standart sapmaları Tablo 3.6’da sunulmaktadır. Farklı kök kanal bölgelerinde dentin tübül penetrasyon derinliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ( $p=0.001$ ). En yüksek dentin tübül penetrasyon derinliği koronal bölgede elde edilirken, en düşük dentin tübül penetrasyon derinliği apikal bölgede izlendi.

**Tablo 3-6** Farklı kök kanal bölgelerinde elde edilen dentin tübül penetrasyon ortalama ve standart sapmaları

Bölgeler	Ort±SS
Koronal	934.6±232.5 <sup>a</sup>
Orta	760.9±229.8 <sup>b</sup>
Apikal	514.1±172.6 <sup>c</sup>

*\*Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p=0.001$ ).*

Bölgeler göz ardı edildiğinde, kanal dolgu tekniği ile kanal dolgu patlarının ikili karşılaştırmasına ait ortalama ve standart sapmalar Tablo 3.7’de sunulmaktadır. AH 26 kanal dolgu patı tercih edildiğinde lateral kondenzasyon tekniği ile dentin tübül penetrasyonunun tek kon tekniğine göre istatistiksel olarak önemli bir şekilde

arttığı belirlenirken ( $p<0.05$ ), diğer kanal dolgu patları tercih edildiğinde farklı kanal dolgu teknikleri ile dentin tübül penetrasyonunun istatistiksel olarak etkilenmediği bulundu ( $p>0.05$ ).

**Tablo 3-7** Kanal dolgu tekniği ile kanal dolgu patlarının ikili karşılaştırmasına ait ortalama ve standart sapmaları

Kanal Dolgu Tekniği	Kanal Dolgu Patları			
	AH 26 Ort±SS	AH Plus Ort±SS	RealSeal Ort±SS	MTA Fillapex Ort±SS
Lateral Kondenzasyon Tekniği	827.4±296.0 <sup>a</sup>	655.3±263.3 <sup>a</sup>	789.5±290.2 <sup>a</sup>	678.8±244.1 <sup>a</sup>
Tek Kon Tekniği	648.5±289.5 <sup>b</sup>	756.6±239.7 <sup>a</sup>	775.4±289.4 <sup>a</sup>	760.9±246.1 <sup>a</sup>

\*Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p=0.001$ ).

Kullanılan kanal dolgu patları göz ardı edildiğinde, kanal dolgu tekniği ile kök kanal bölgelerinin ikili karşılaştırmasına ait ortalama ve standart sapmalar Tablo 3.8’de sunulmaktadır. Farklı kök kanal bölgelerindeki dentin tübül penetrasyon derinliğinin farklı kanal dolgu teknikleri ile istatistiksel olarak önemli bir şekilde etkilenmediği saptandı ( $p=0.633$ ).

**Tablo 3-8** Kanal dolgu tekniği ile kök kanal bölgelerinin ikili karşılaştırmasına ait ortalama ve standart sapmalar

Kanal Dolgu Tekniği	Bölgeler		
	Koronal	Orta	Apikal
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
Lateral Kondenzasyon Tekniği	950.8±184.3 <sup>a</sup>	753.9±256.0 <sup>b</sup>	508.5±198.8 <sup>c</sup>
Tek Kon Tekniği	918.5±273.8 <sup>a</sup>	767.9±203.3 <sup>b</sup>	519.6±144.1 <sup>c</sup>

\*Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p=0.663$ ).

Kanal dolgu tekniği göz ardı edilerek, kanal dolgu patları ile kök kanal bölgelerinin ikili karşılaştırmasına ait ortalama ve standart sapmalar Tablo 3.9'da sunulmaktadır. Yalnız RealSeal kanal dolgu patında koronal ve orta bölge arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmezken ( $p=0.055$ ), diğer kanal dolgu patlarında bölgeler arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0.05$ ).

**Tablo 3-9** . Kanal dolgu patları ile kök kanal bölgelerinin ikili karşılaştırmasına ait ortalama ve standart sapmalar

Bölgeler	Kanal Dolgu Patları			
	AH 26	AH Plus	Real Seal	MTA Fillapex
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
Koronal	906.0±322.9 <sup>a</sup>	892.8±219.6 <sup>a</sup>	996.3±201.4 <sup>a</sup>	943.3±157.7 <sup>a</sup>
Orta	733.3±320.2 <sup>b</sup>	725.2±188.7 <sup>b</sup>	875.9±166.5 <sup>a</sup>	709.3±186.3 <sup>b</sup>
Apikal	574.6±149.3 <sup>c</sup>	499.7±189.3 <sup>c</sup>	475.1±177.3 <sup>b</sup>	506.9±169.3 <sup>c</sup>

\*Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ).

Kanal dolgu teknikleri, kanal dolgu patları ve kök kanal bölgelerinin tamamı dikkate alınarak dentin tübül penetrasyonunun ölçüldüğü 24 farklı bölgede göstermiş olduğu minimum ve maksimum penetrasyon derinlikleri Tablo 3.10'da, ortalama penetrasyon derinlikleri ve standart sapmalar Tablo 3.11'de gösterilmiştir.



**Tablo 3-10** Bölgelere göre kanal dolgu patlarının minimum ve maksimum penetrasyon değerleri

Kanal Dolgu Teknikleri	Kanal Dolgu Patları	Bölge		
		Koronal Min./Maks.(µm)	Orta Min./Maks.(µm)	Apikal Min./Maks.(µm)
Lateral Kondenzasyon Tekniği	AH 26	33.91 / 2378	28.86 / 2052.9	29.05 / 1441.7
	AH Plus	17.03 / 2314	9.54 / 2171	9.20 / 2012
	RealSeal	17.79 / 2522.7	11.28 / 1802.9	17.23 / 1274.5
	MTA Fillapex	11.14 / 2452	20.04 / 2127	24.70 / 1135
Tek Kon Tekniği	AH 26	10.42 / 2442	12.55 / 2404	9.72 / 1592
	AH Plus	10.90 / 2491	6.38 / 2032	9.17 / 1302
	RealSeal	10.81 / 2143	19.72 / 1824	12.77 / 1617
	MTA Fillapex	14.35 / 2401	9.23 / 2320	17.71 / 1324

Bölgeler incelendiğinde en düşük penetrasyon miktarı tek kon tekniği ve AH Plus kanal dolgu patının uygulandığı grupta orta üçlüde 6.38 µm olarak, en yüksek penetrasyon miktarı lateral kondenzasyon tekniğinde RealSeal kanal dolgu patının uygulandığı grupta koronal üçlüde 2522.7 µm olarak ölçülmüştür.

**Tablo 3-11** Bölgelere göre kanal dolgu patlarının penetrasyon ortalama ve standart sapmaları

Kanal Dolgu Teknikleri	Kanal Dolgu Patları	Bölge		
		Koronal Ort±SS (µm)	Orta Ort±SS (µm)	Apikal Ort±SS (µm)
Lateral Kondenzasyon Tekniği	AH 26	1035.5±117.6 <sup>A,a</sup>	808.2±370.9 <sup>AB,ab</sup>	638.4±158.0 <sup>A,b</sup>
	AH Plus	894.8±180.92 <sup>A,a</sup>	671.3±184.5 <sup>AB,b</sup>	399.6±140.9 <sup>B,c</sup>
	RealSeal	973.5±211.5 <sup>A,a</sup>	906.4±159.2 <sup>A,a</sup>	488.5±218.6 <sup>AB,b</sup>
	MTA Fillapex	899.2±152.4 <sup>A,a</sup>	629.9±181.9 <sup>B,b</sup>	507.4±215.2 <sup>AB,b</sup>
Tek Kon Tekniği	AH 26	776.4±388.9 <sup>A,a</sup>	658.5±257.8 <sup>AB,a</sup>	510.7±114.0 <sup>AB,a</sup>
	AH Plus	890.9±262.8 <sup>A,a</sup>	779.1±186.3 <sup>AB,ab</sup>	599.8±183.0 <sup>AB,b</sup>
	RealSeal	1019.1±199.4 <sup>A,a</sup>	845.4±176.4 <sup>AB,a</sup>	461.6±134.8 <sup>AB,b</sup>
	MTA Fillapex	987.4±157.9 <sup>A,a</sup>	788.8±161.7 <sup>AB,b</sup>	506.3±119.0 <sup>AB,c</sup>

\*Aynı sütunda aynı büyük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ).

\*Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ).

En düşük penetrasyon ortalaması lateral kondenzasyon tekniğinin ve AH Plus kanal dolgu patının kullanıldığı grupta apikal üçlüde 399.6 µm olarak tespit edilirken, en yüksek penetrasyon ortalaması ise lateral kondenzasyon tekniğinin ve AH 26 kanal dolgu patının kullanıldığı grupta koronal üçlüde 1035.5 µm olarak ölçüldü.

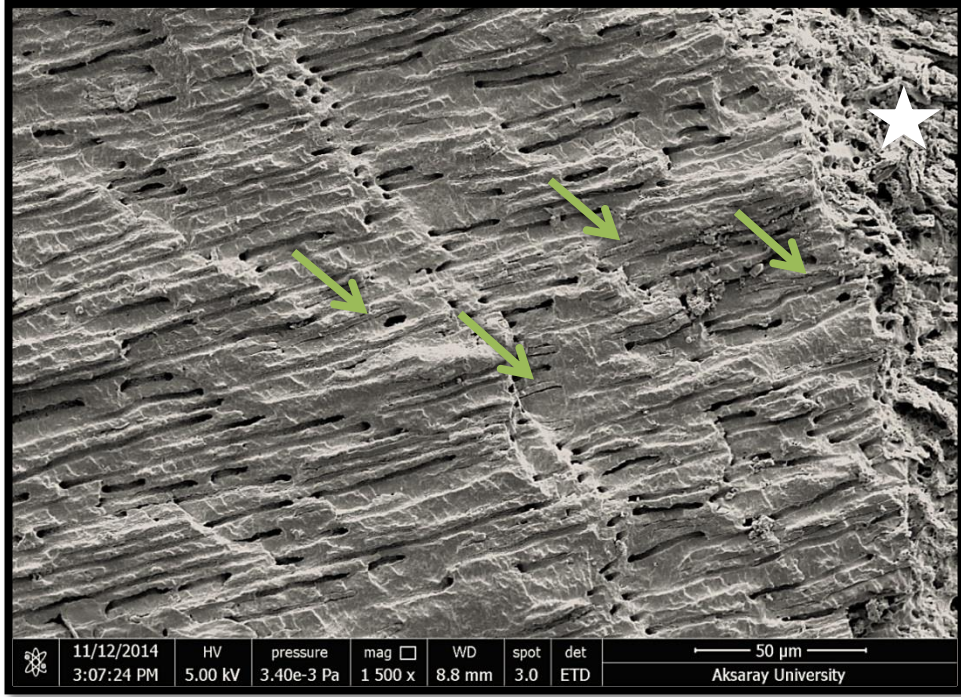
Koronal bölgede kanal dolgu tekniği ve kanal dolgu patları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmasa da, lateral kondenzasyon tekniği kullanıldığında en yüksek dentin tübül penetrasyonu AH 26 kanal dolgu patı ile tek kon tekniği kullanıldığında ise RealSeal kanal dolgu patı ile gözlenmiştir. En düşük tübül penetrasyonu ise lateral kondenzasyon tekniği kullanıldığında AH Plus kanal dolgu patı ile tek kon tekniği kullanıldığında ise AH 26 kanal dolgu patında izlenmiştir.

Orta bölgede en yüksek ve en düşük tübül penetrasyonu lateral kondenzasyon tekniği kullanıldığında sırasıyla RealSeal ve MTA Fillapex kanal dolgu patlarında görülmüştür. Bu iki pat arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülse de, diğer patlar ile bu patlar arasında anlamlı bir fark görülmedi. Orta bölgede tek kon tekniği kullanıldığında ise en yüksek tübül penetrasyonu RealSeal kanal dolgu patında gözlenirken, en düşük penetrasyon AH 26 kanal dolgu patında gözlenmiştir.

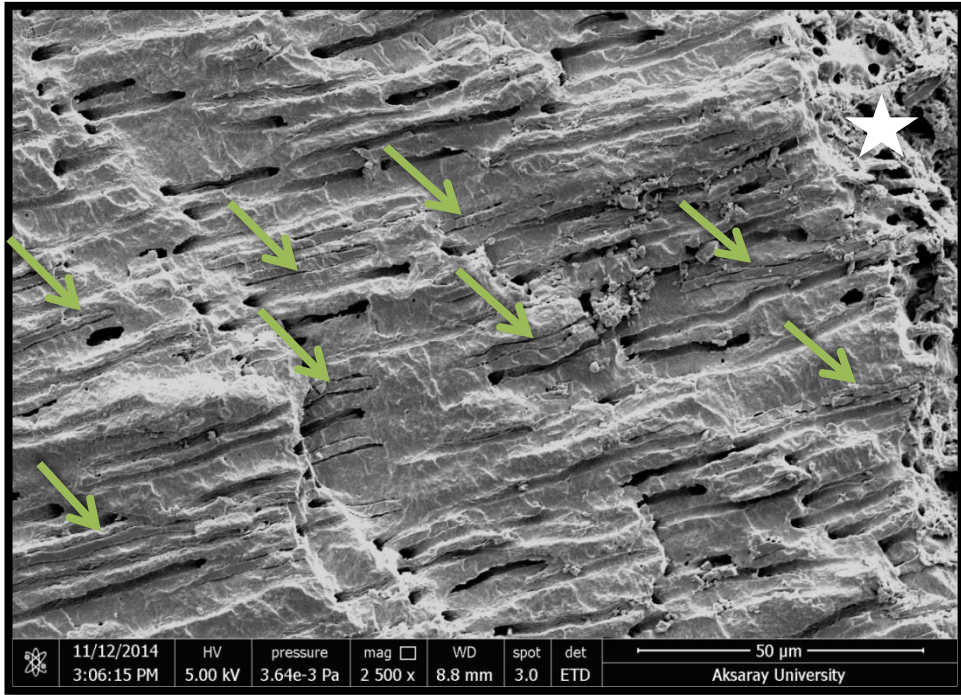
Apikal bölgede en yüksek ve en düşük tübül penetrasyonu lateral kondenzasyon tekniği kullanıldığında sırasıyla AH 26 ve AH Plus kanal dolgu patlarında izlenmiştir. Bu iki pat arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olsa da, diğer patlar ile bu patlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Tek kon tekniği kullanıldığında ise en fazla tübül penetrasyonu AH Plus kanal dolgu patı ile en düşük tübül penetrasyonu ise RealSeal kanal dolgu patı ile izlenmiştir.

Hangi teknik ya da hangi kanal dolgu patı kullanıldığına bağlı olmaksızın tüm teknik ve tüm kanal dolgu patlarında koronal bölgeden apikal bölgeye doğru gidildikçe dentin tübül penetrasyonunun düştüğü görülmektedir.

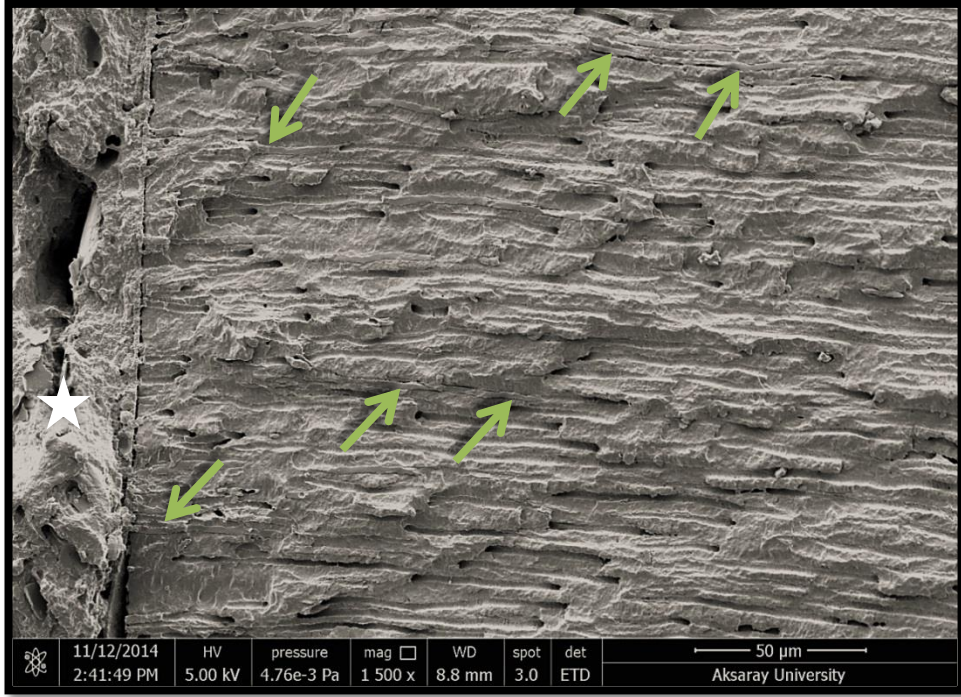
Lateral kondenzasyon tekniği ile kullanılan AH 26 kanal dolgu patında en yüksek dentin tübül penetrasyonu koronal (Şekil 3.17, Şekil 3.18) bölgede izlenirken ( $p<0.05$ ), orta (Şekil 3.19, Şekil 3.20) ve apikal (Şekil 3.21, Şekil 3.22) bölgede istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ( $p>0.05$ ).



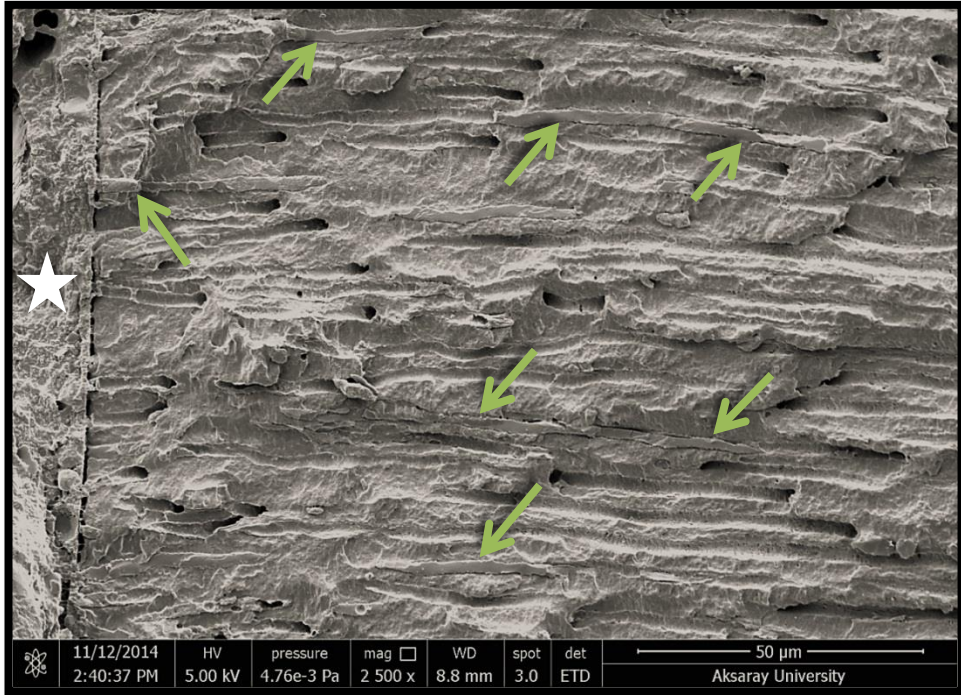
Şekil 3.17 Lateral kondenzasyon tekniği ve AH 26 kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyi (yıldız) görülmektedir



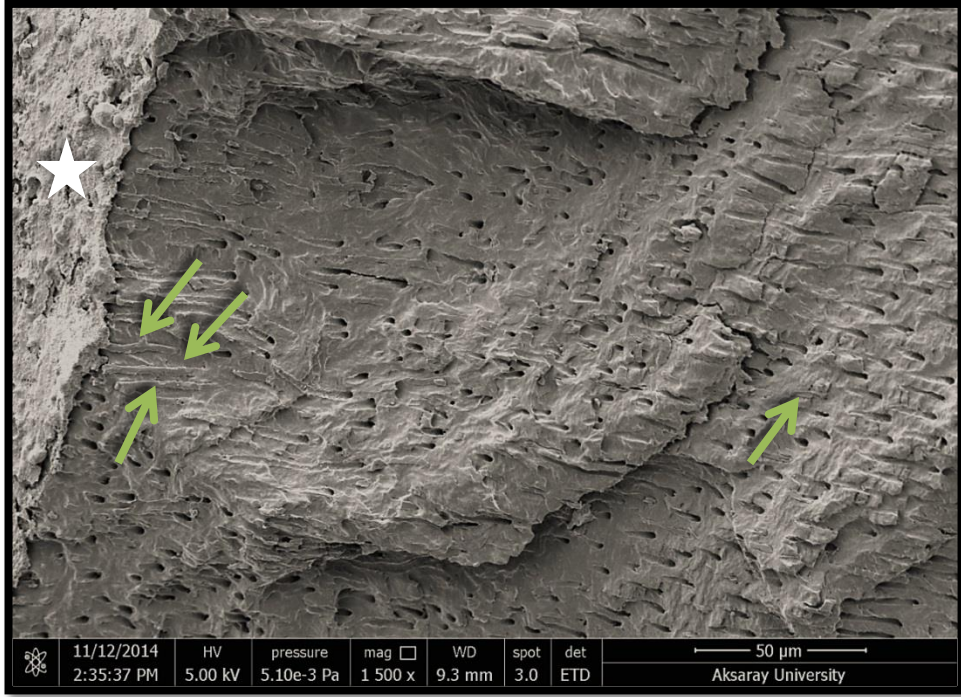
Şekil 3.18 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü



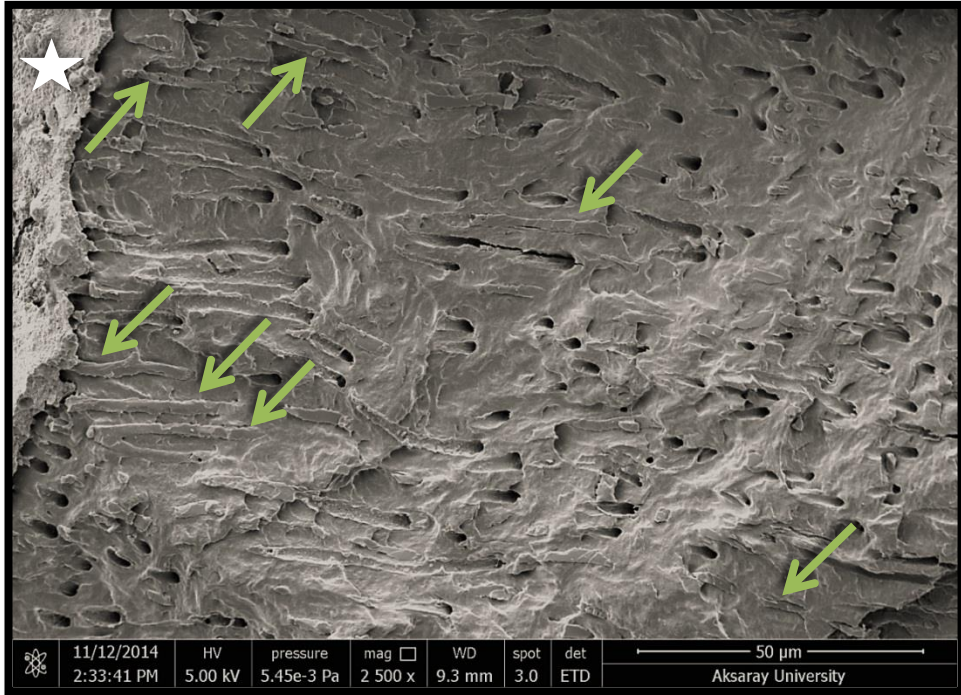
Şekil 3.19 Lateral kondenzasyon tekniği ve AH 26 kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.



Şekil 3.20 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

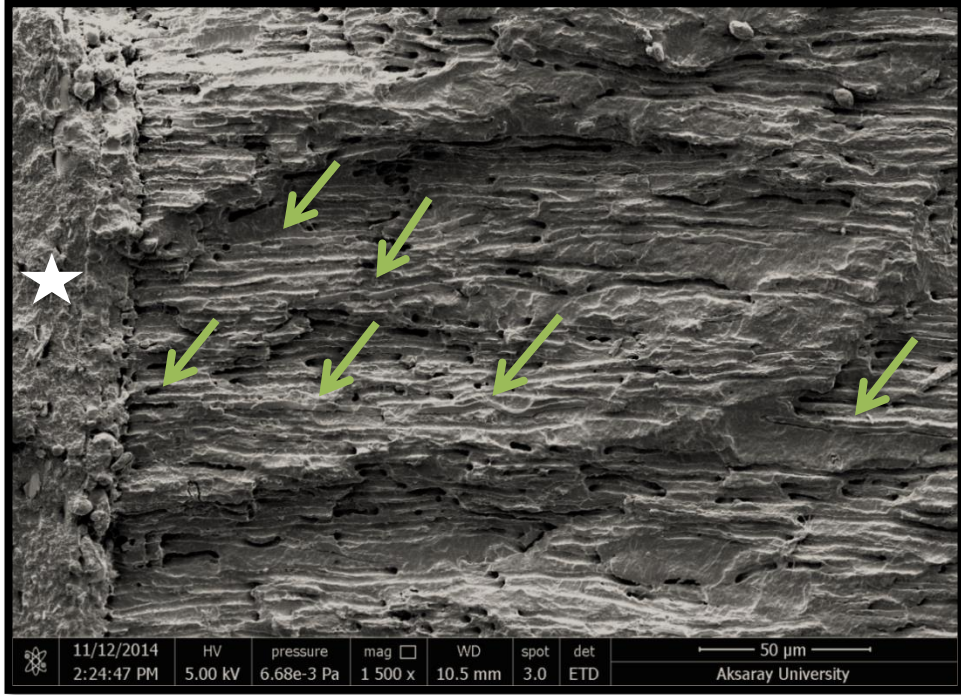


Şekil 3.21 Lateral kondenzasyon tekniği ve AH 26 kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.

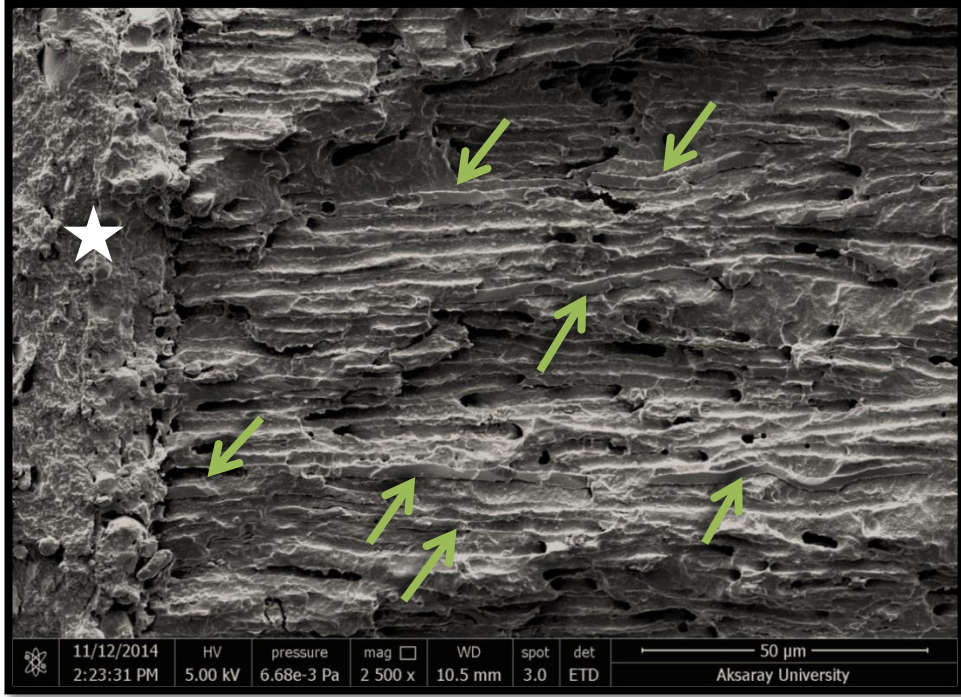


Şekil 3.22 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

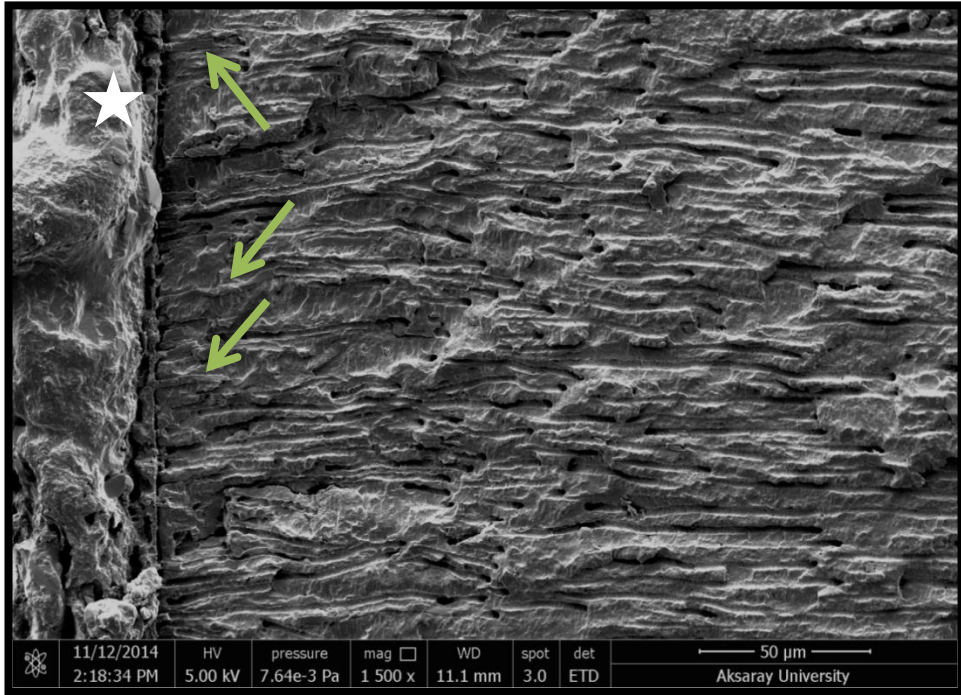
Lateral kondenzasyon tekniği ile kullanılan AH Plus kanal dolgu patında en yüksek dentin tübül penetrasyonu koronal (Şekil 3.23, Şekil 3.24) bölgede izlenirken ( $p<0.05$ ), orta (Şekil 3.25, Şekil 3.26) ve apikal (Şekil 3.27, Şekil 3.28) bölge arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ( $p<0.05$ ).



**Şekil 3.23** Lateral kondenzasyon tekniği ve AH Plus kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal uçluden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görölmektedir.

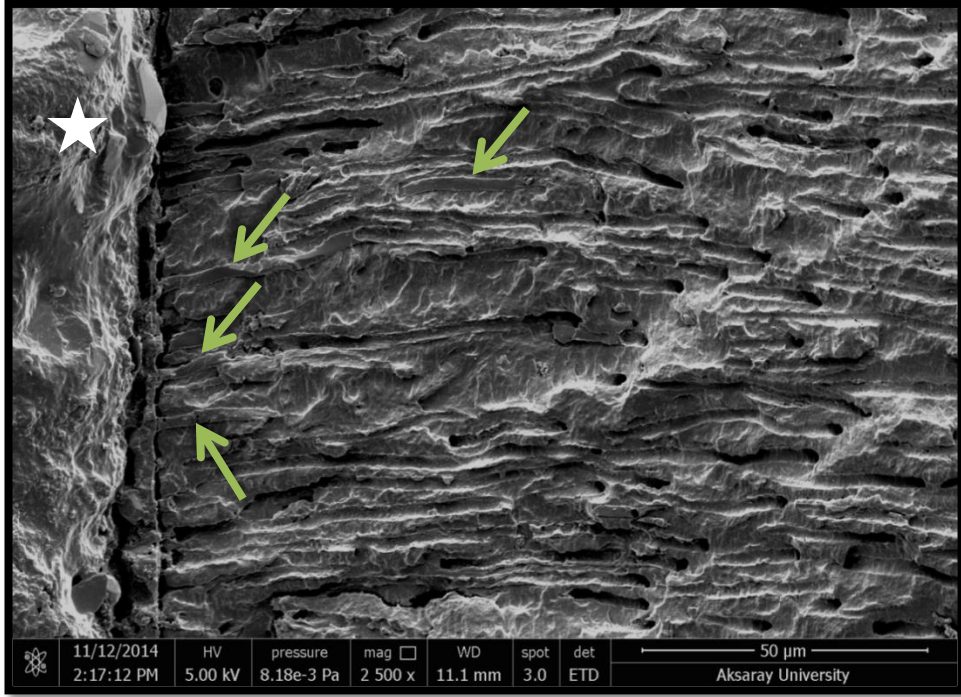


Şekil 3.24 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

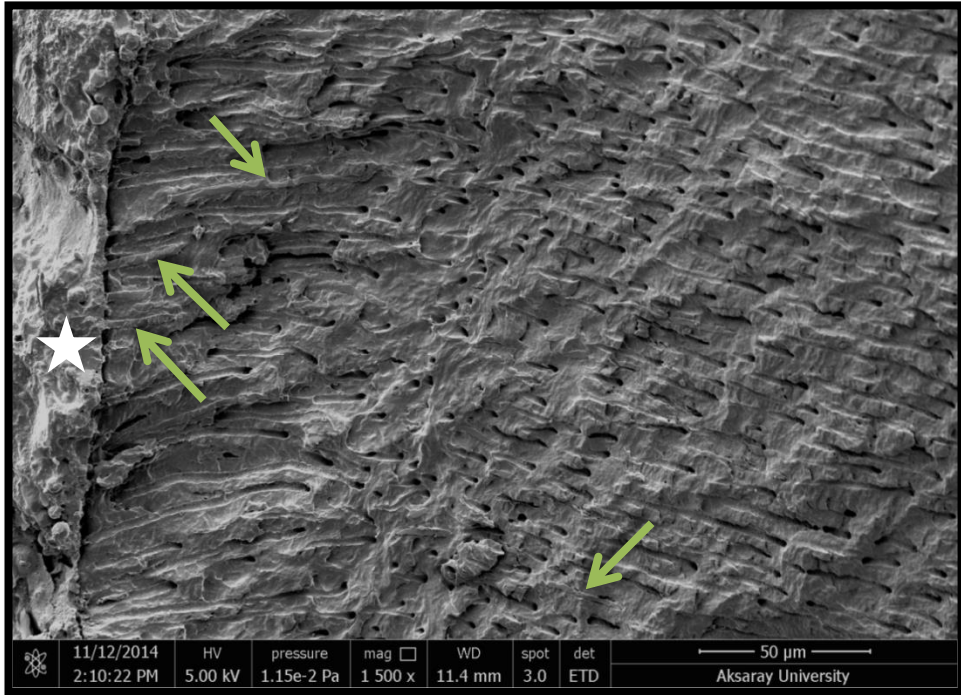


Şekil 3.25 Lateral kondenzasyon tekniği ve AH Plus kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.

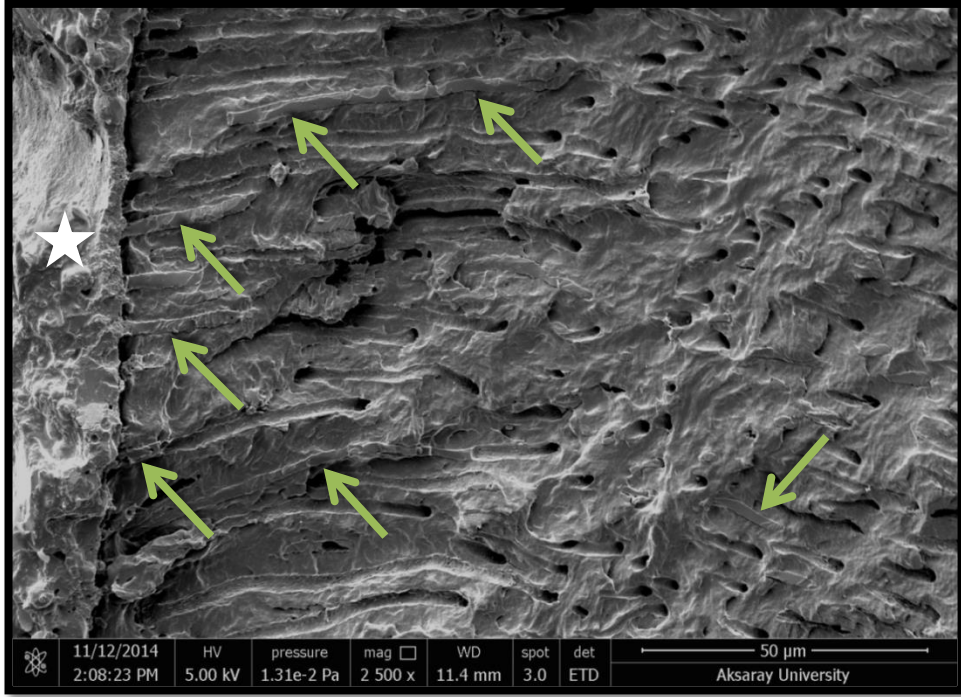




Şekil 3.26 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

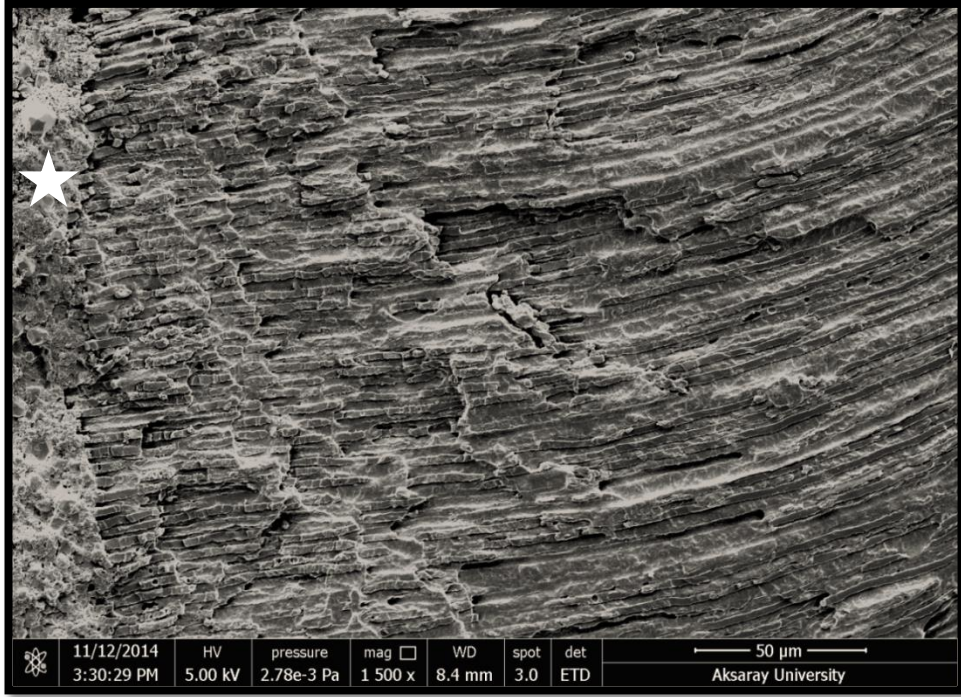


Şekil 3.27 Lateral kondenzasyon tekniği ve AH Plus kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.

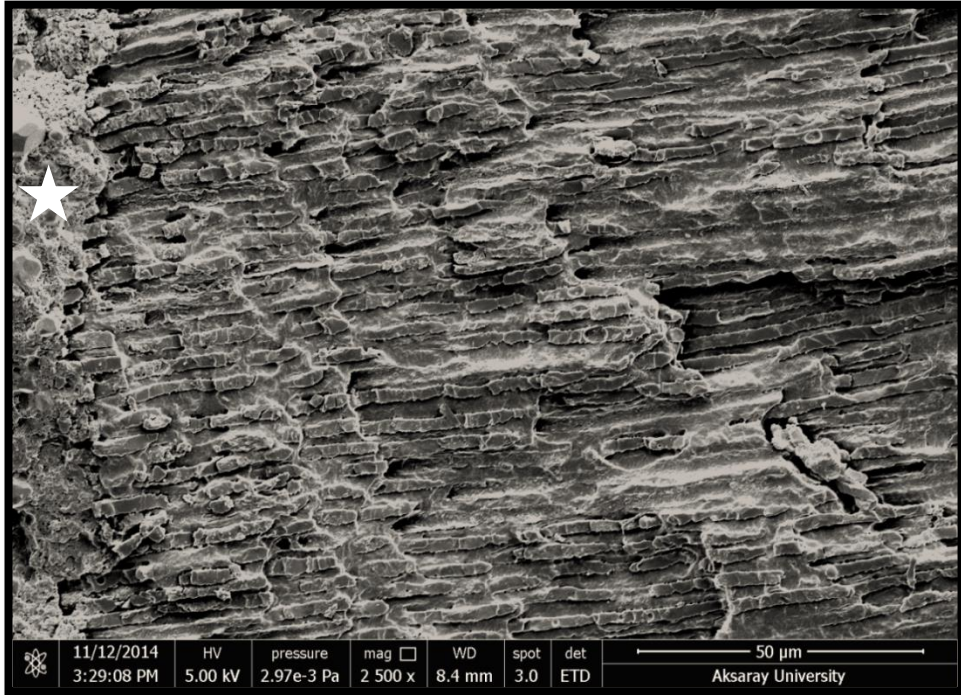


Şekil 3.28 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

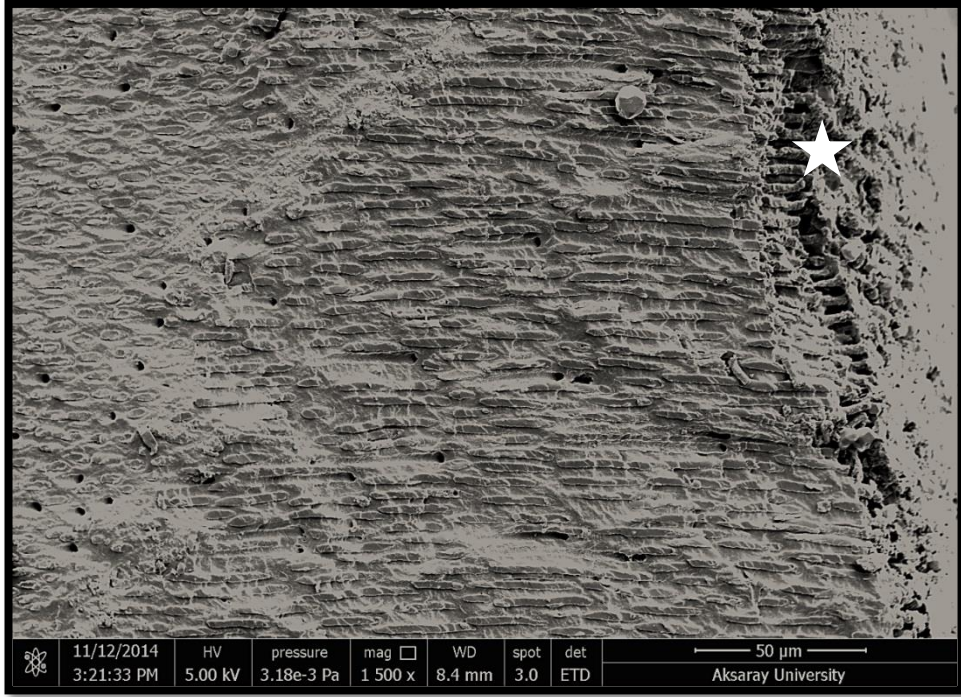
Lateral kondenzasyon tekniği ile kullanılan RealSeal kanal dolgu patının koronal (Şekil 3.29, Şekil 3.30) ve orta (Şekil 3.31, Şekil 3.32) bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ( $p>0.05$ ), bu bölgelerdeki dentin tübül penetrasyonlarının apikal (Şekil 3.33, Şekil 3.34) bölgedeki dentin tübül penetrasyonundan önemli ölçüde yüksek olduğu gözlemlendi ( $p<0.05$ ).



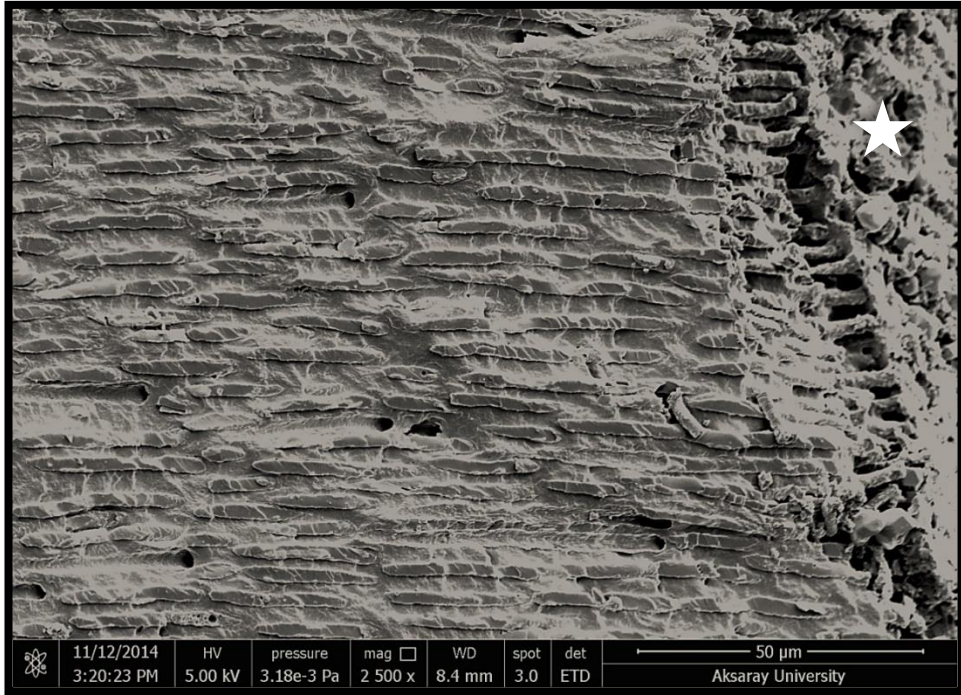
**Şekil 3.29** Lateral kondenzasyon tekniği ve RealSeal kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine homojen penetrasyonu ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.



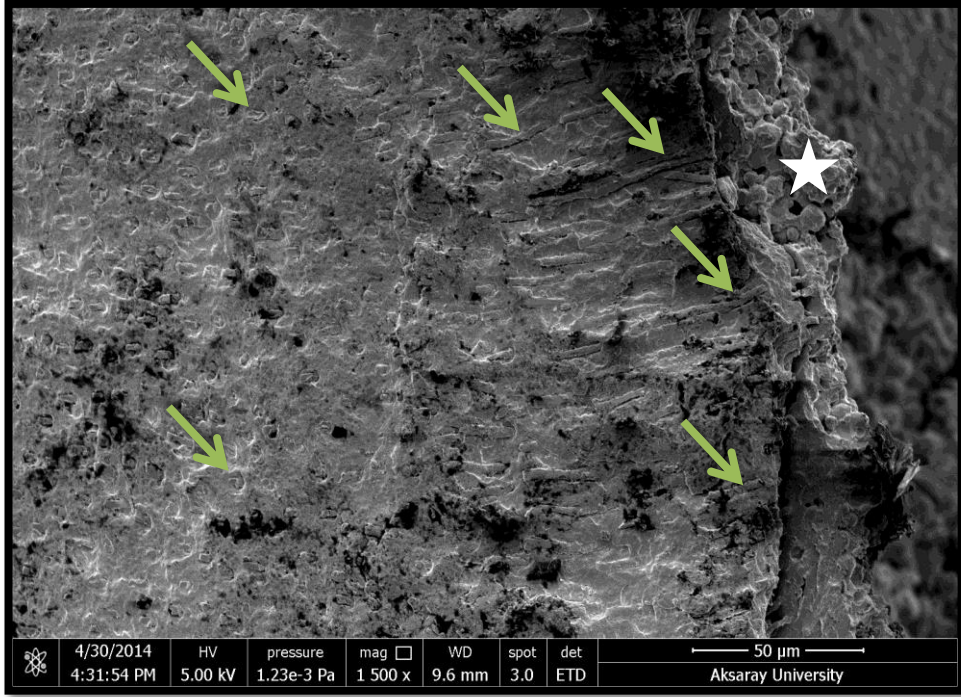
**Şekil 3.30** 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.



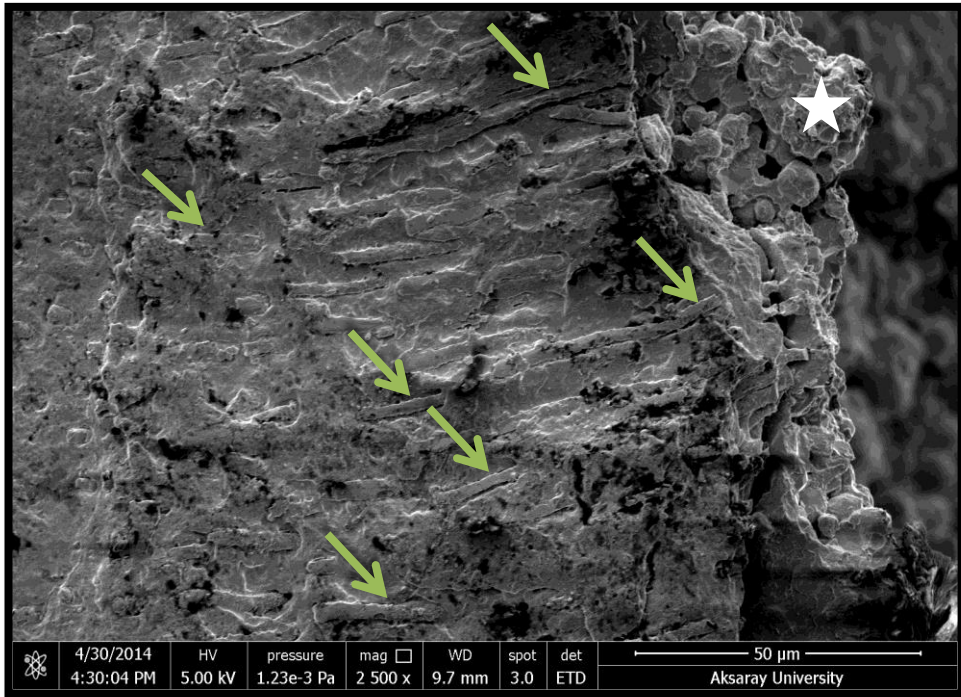
**Şekil 3.31** Lateral kondenzasyon tekniği ve RealSeal kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine homojen penetrasyonu ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.



**Şekil 3.32** 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

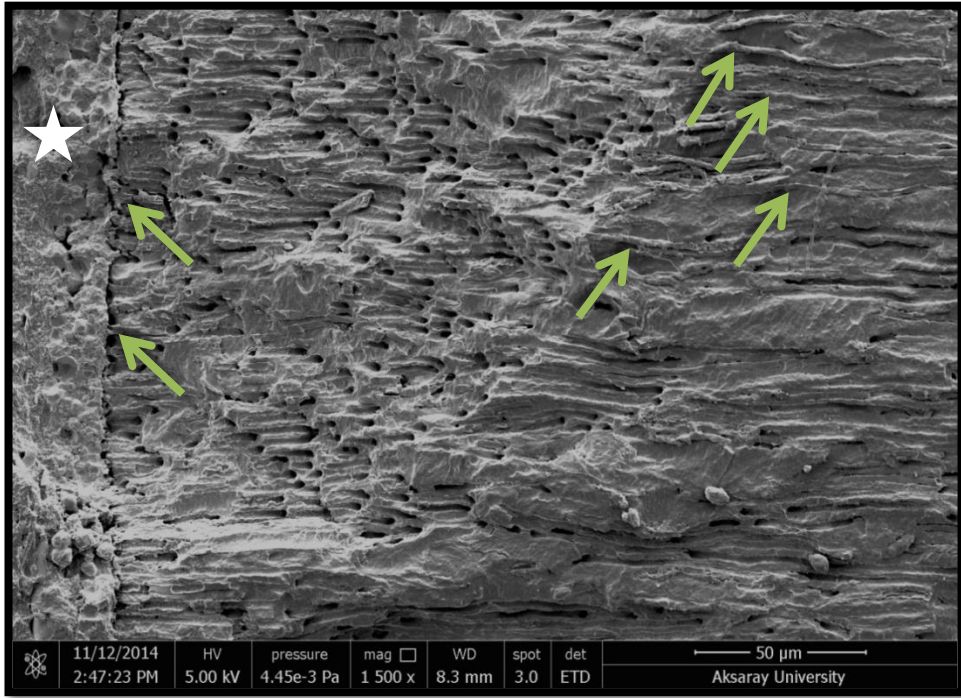


Şekil 3.33 Lateral kondenzasyon tekniği ve RealSeal kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal uçluden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görölmektedir.

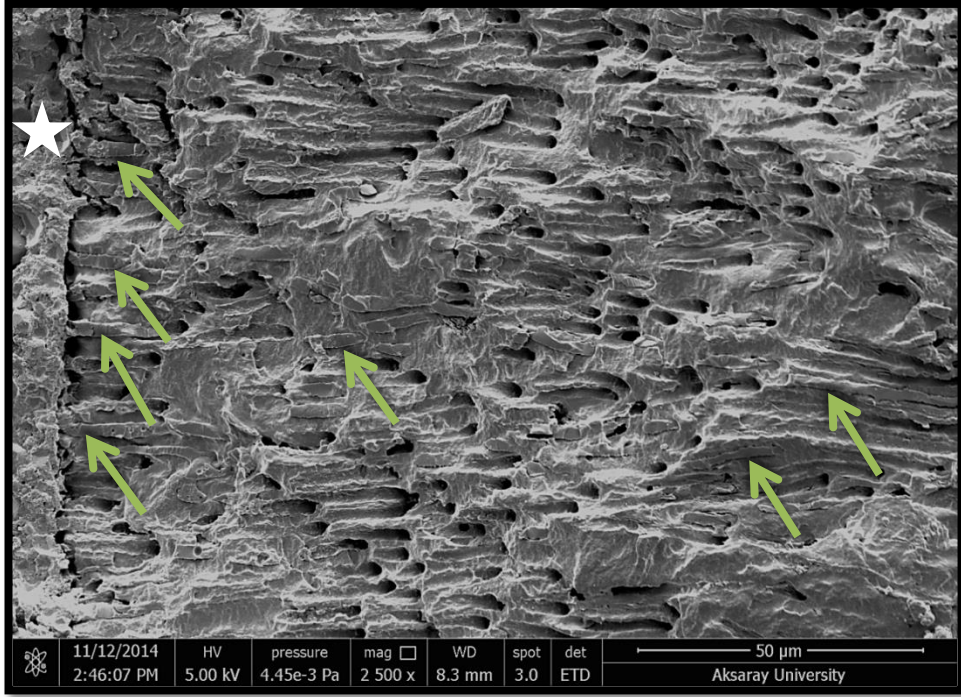


Şekil 3.34 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

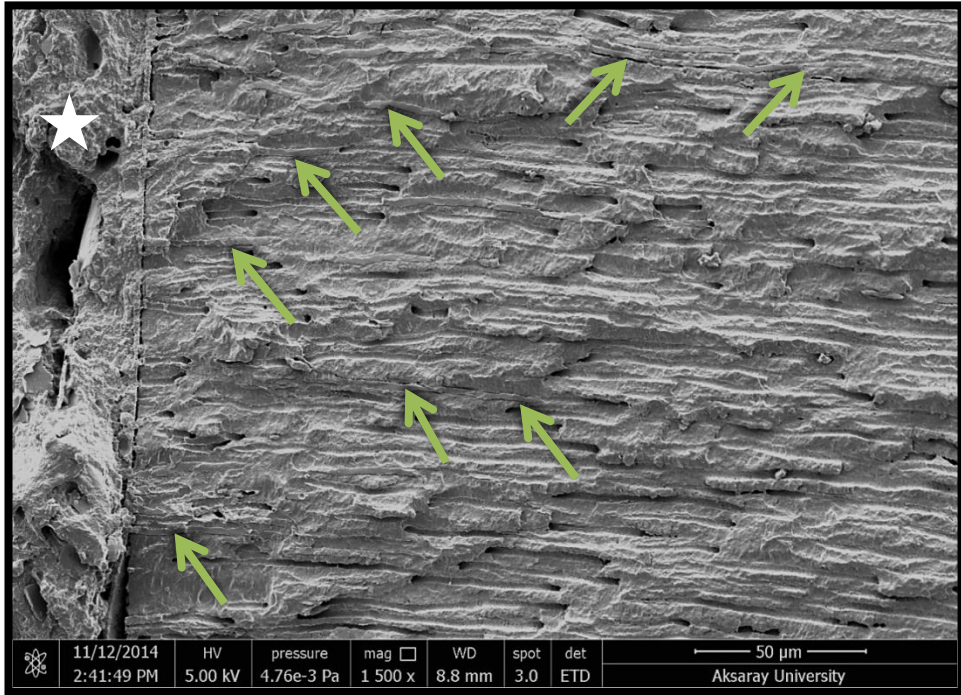
Lateral kondenzasyon tekniği ile kullanılan MTA Fillapex kanal dolgu patında en yüksek dentin túbül penetrasyonu koronal (Şekil 3.35, Şekil 3.36) bölgede izlenirken ( $p<0.05$ ), orta (Şekil 3.37, Şekil 3.38) ve apikal (Şekil 3.39, Şekil 3.40) bölgelerde penetrasyon bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ( $p>0.05$ ).



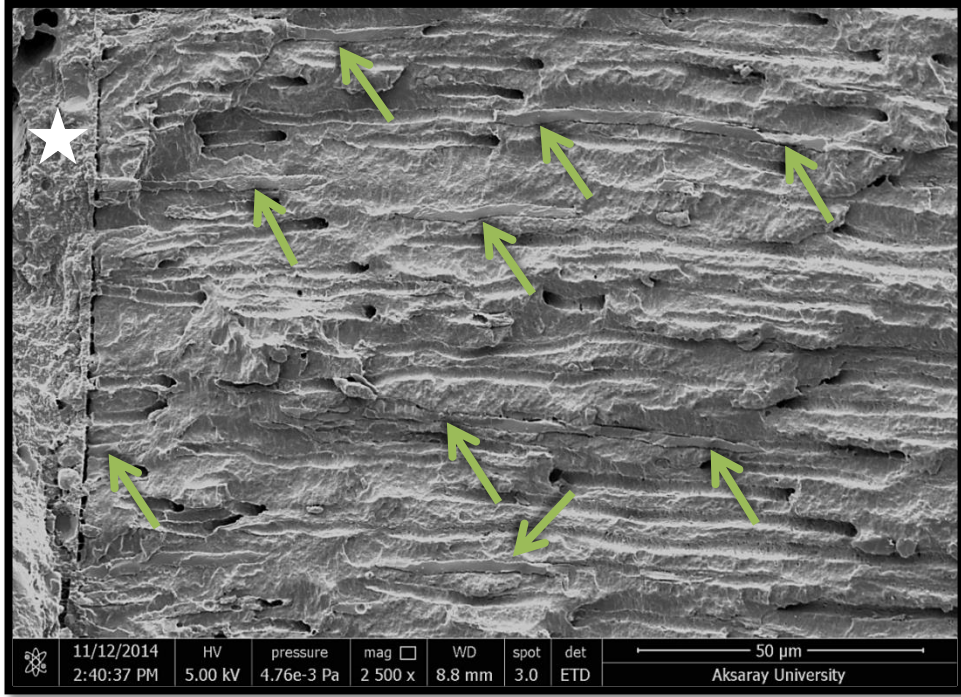
**Şekil 3.35** Lateral kondenzasyon tekniği ve MTA Fillapex kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin túbüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görölmektedir.



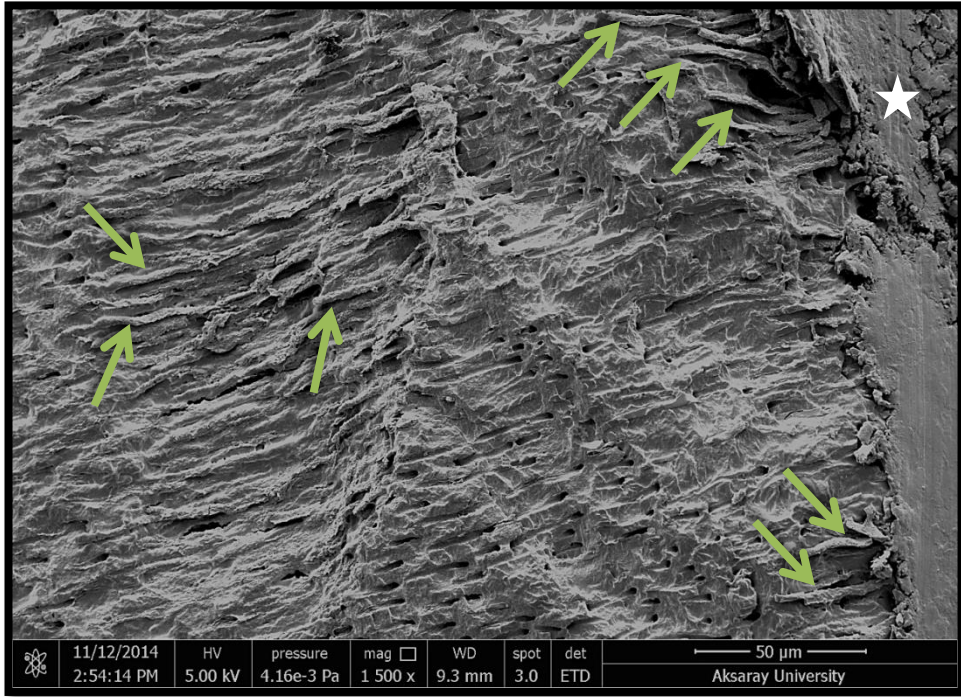
Şekil 3.36 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.



Şekil 3.37 Lateral kondenzasyon tekniği ve MTA Fillapex kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.

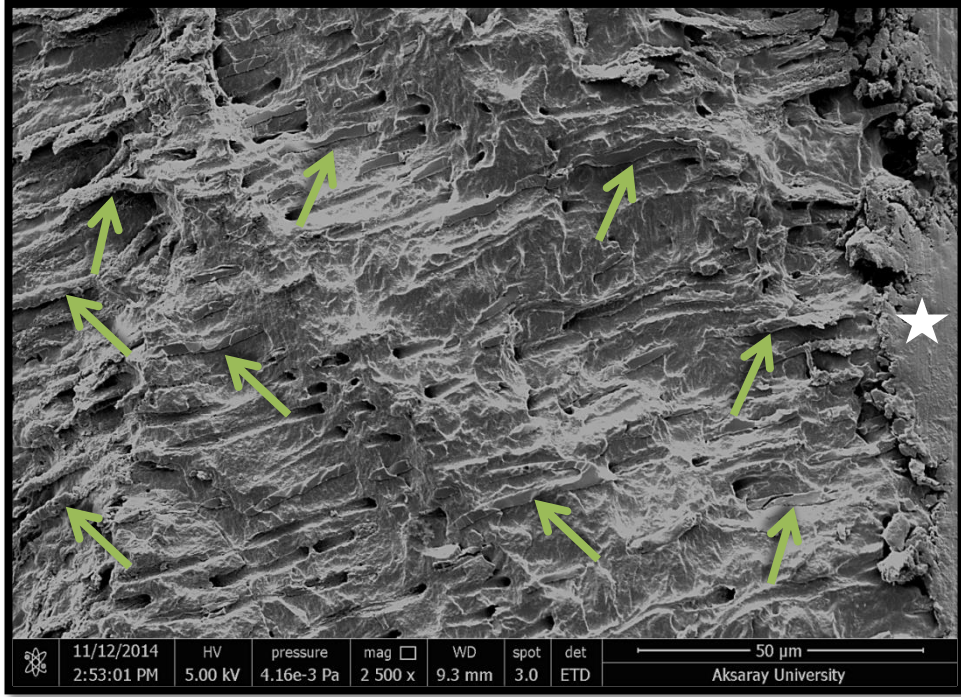


Şekil 3.38 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.



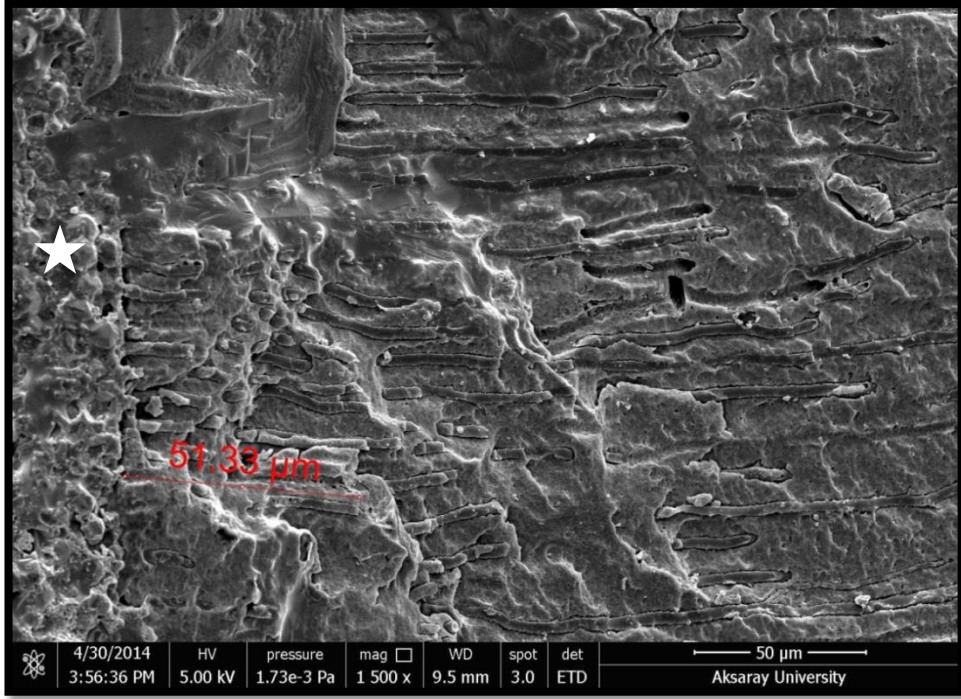
Şekil 3.39 Lateral kondenzasyon tekniği ve MTA Fillapex kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal uçluden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.



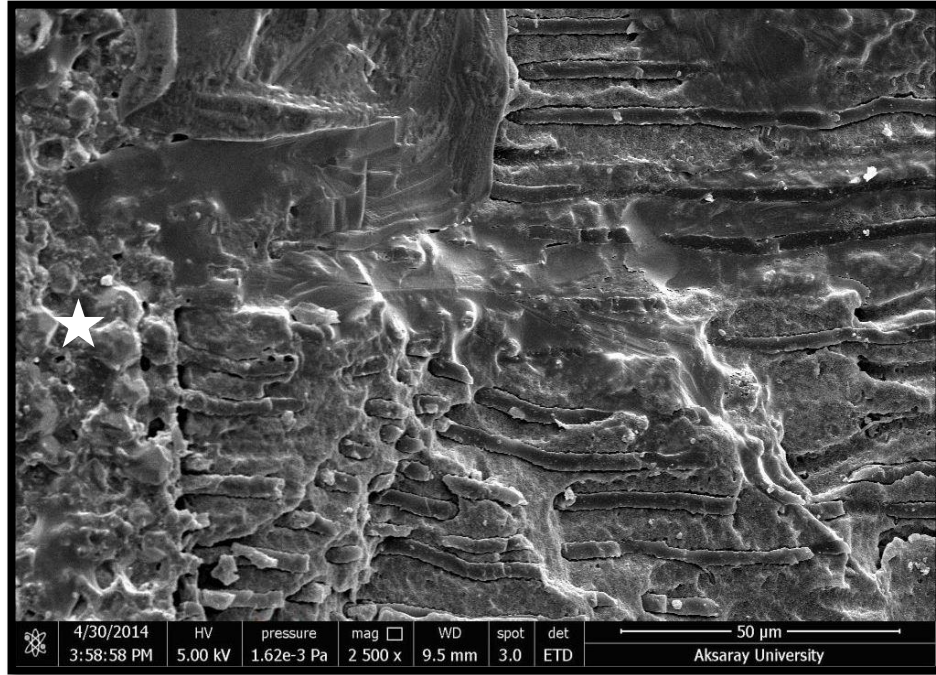


Şekil 3.40 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

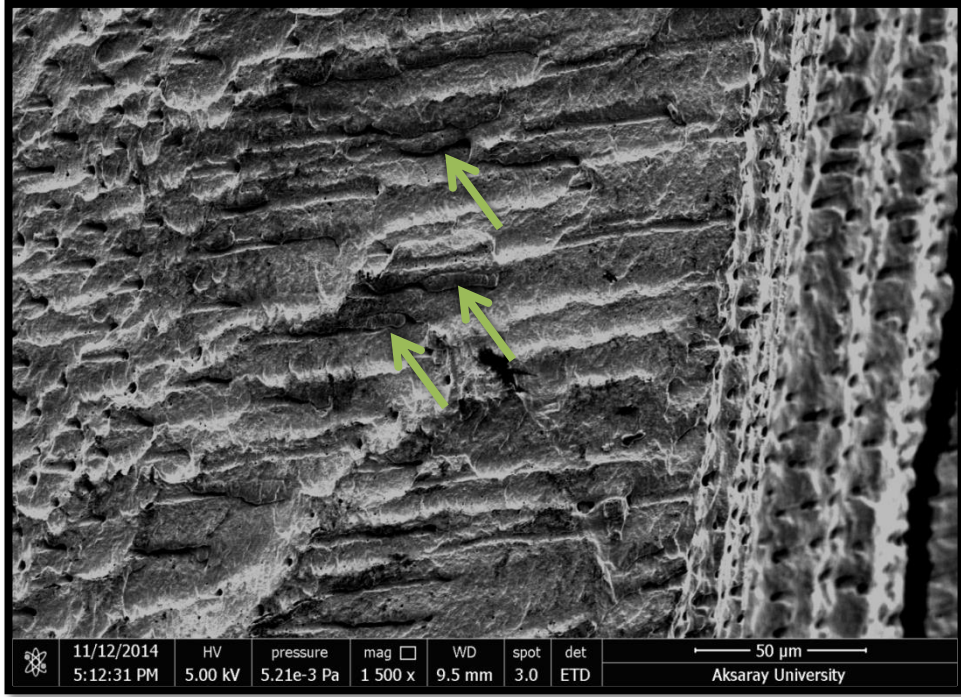
Tek kon tekniği ile kullanılan AH 26 kanal dolgu patında koronal (Şekil 3.41, Şekil 3.42) orta (Şekil 3.43, Şekil 3.44) ve apikal (Şekil 3.45, Şekil 3.46) bölgeler arasında dentin tübül penetrasyonunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ( $p>0.05$ ).



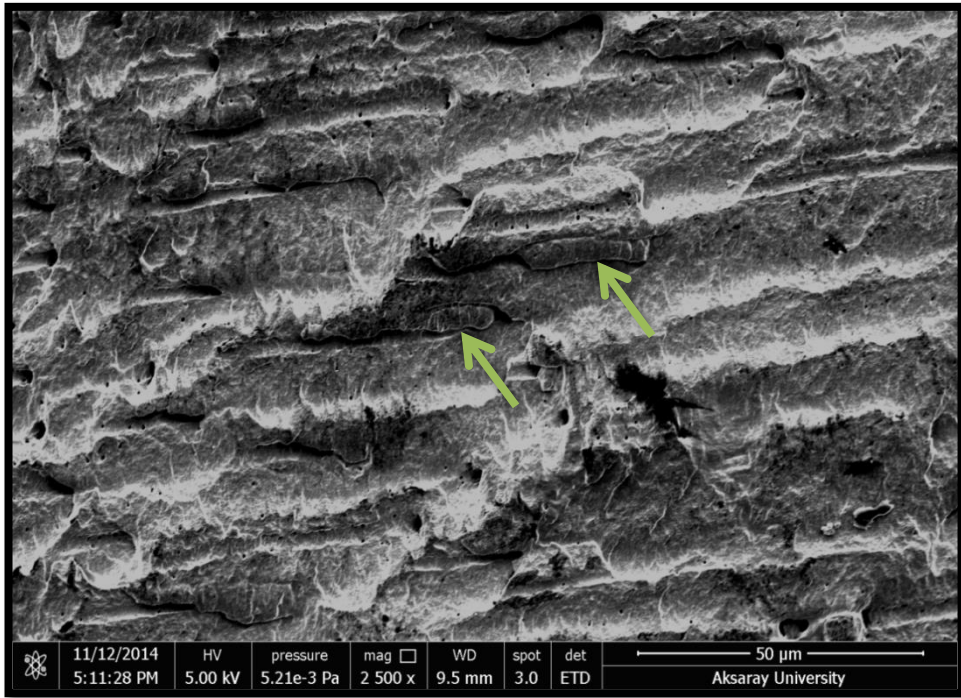
**Şekil 3.41** Tek kon tekniği tekniği ve AH 26 kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal uçluden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine homojen penetrasyonu ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.



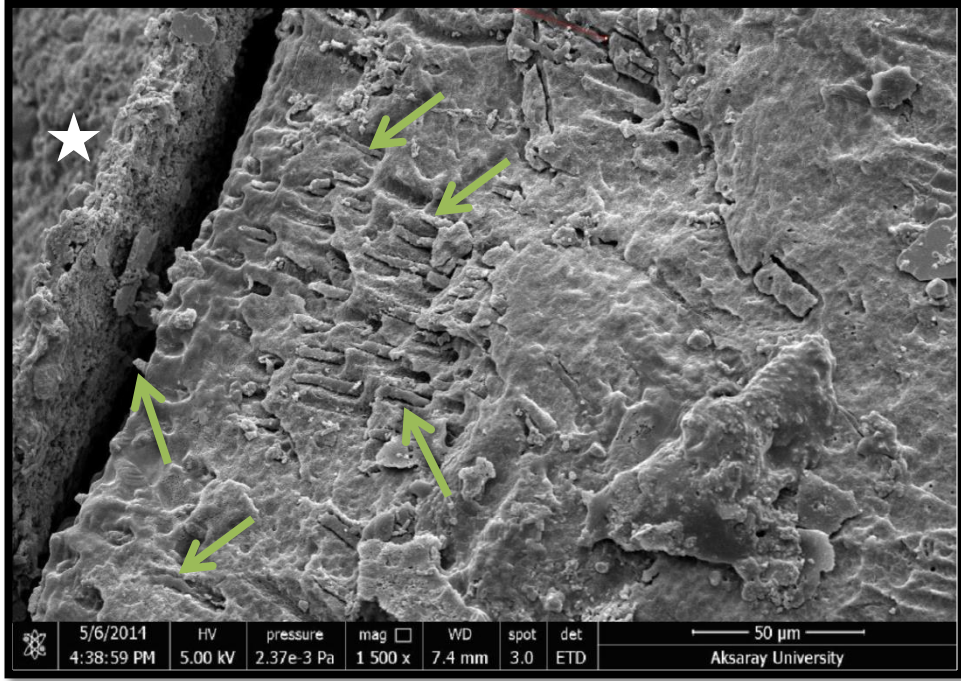
**Şekil 3.42** 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.



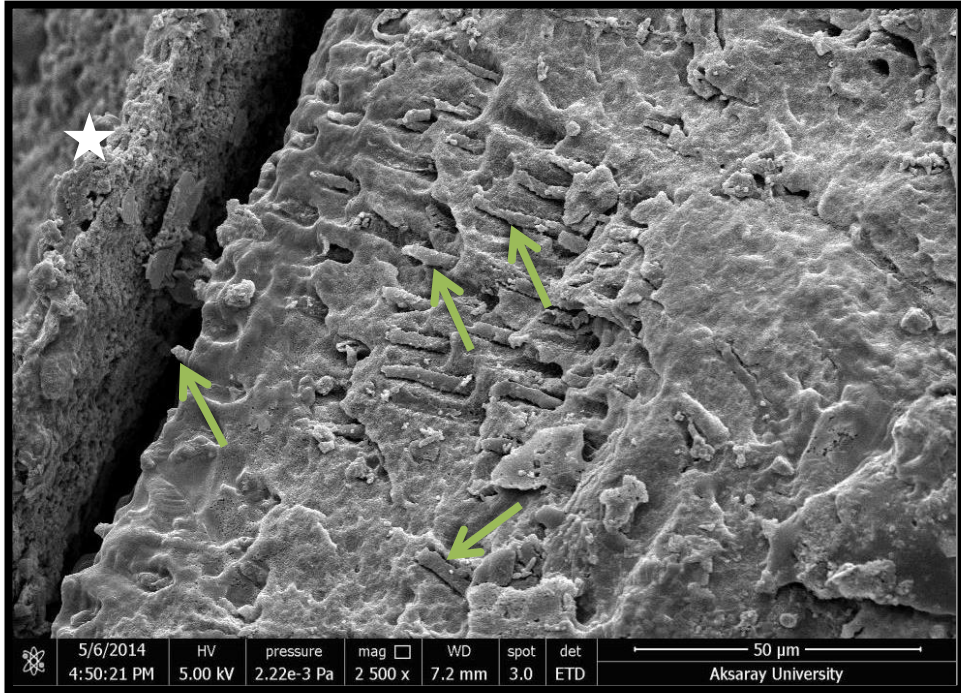
**Şekil 3.43** Tek kon tekniği tekniği ve AH 26 kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) görülmektedir



**Şekil 3.44** 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

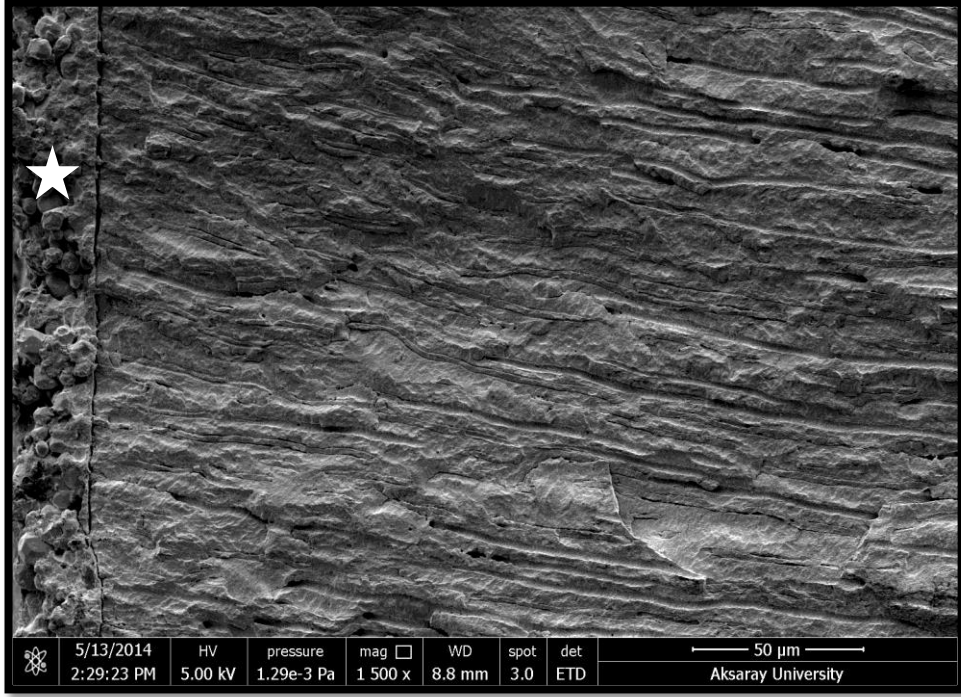


**Şekil 3.45** Tek kon tekniği ve AH 26 kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.

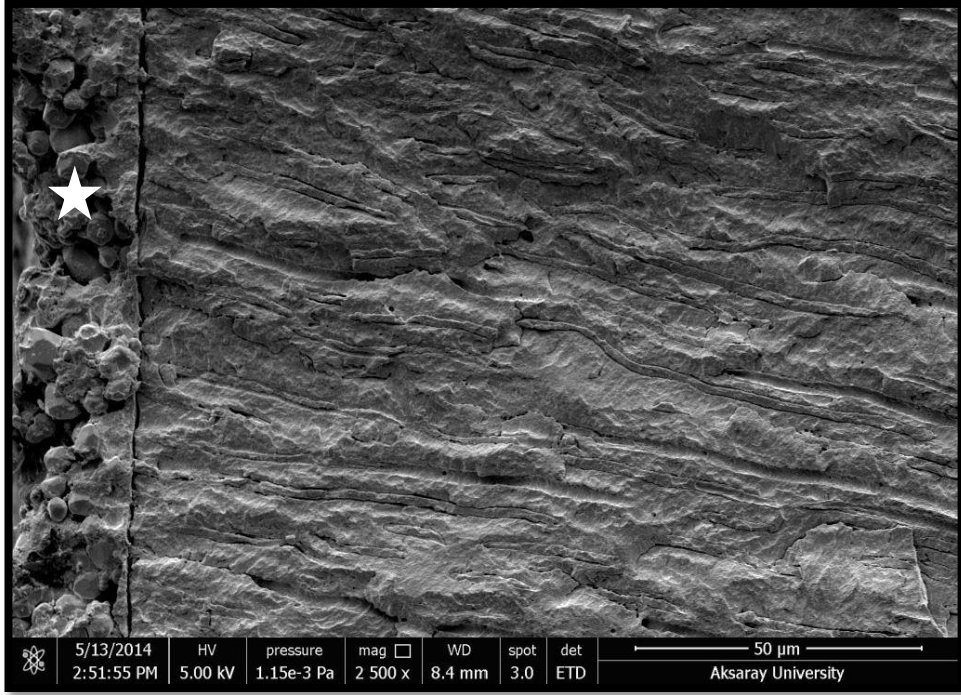


**Şekil 3.46** 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

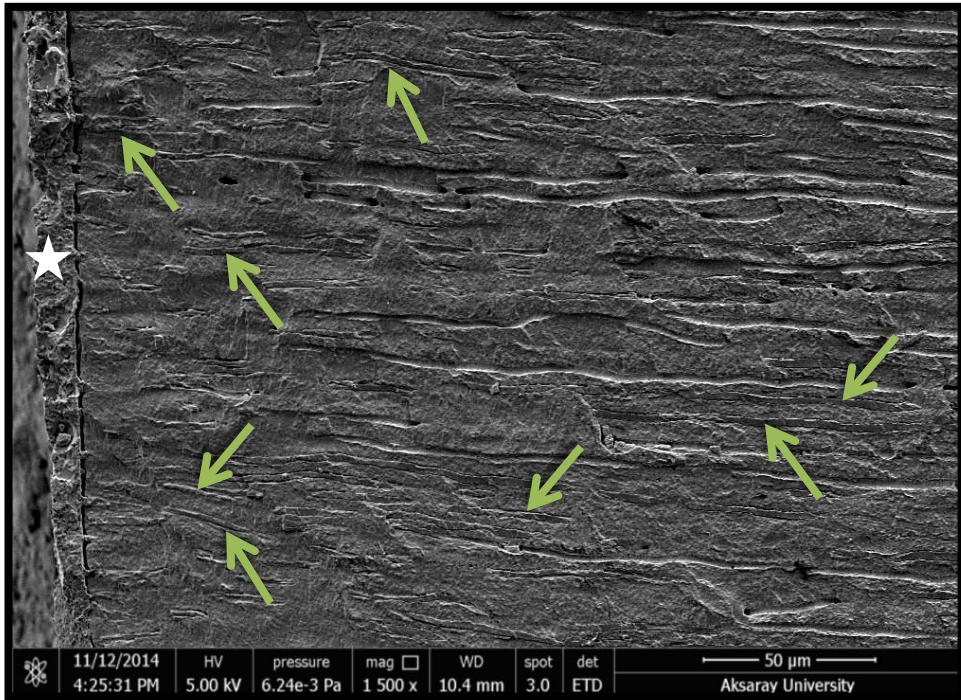
Tek kon tekniği ile kullanılan AH Plus kanal dolgu patının koronal (Şekil 3.47, Şekil 3.48) ile orta (Şekil 3.49, Şekil 3.50) bölgeler arasında ve orta ile apikal (Şekil 3.51, Şekil 3.52) bölgeler arasında dentin tübül penetrasyonunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ( $p>0.05$ ), koronal ve apikal bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi ( $p<0.05$ ).



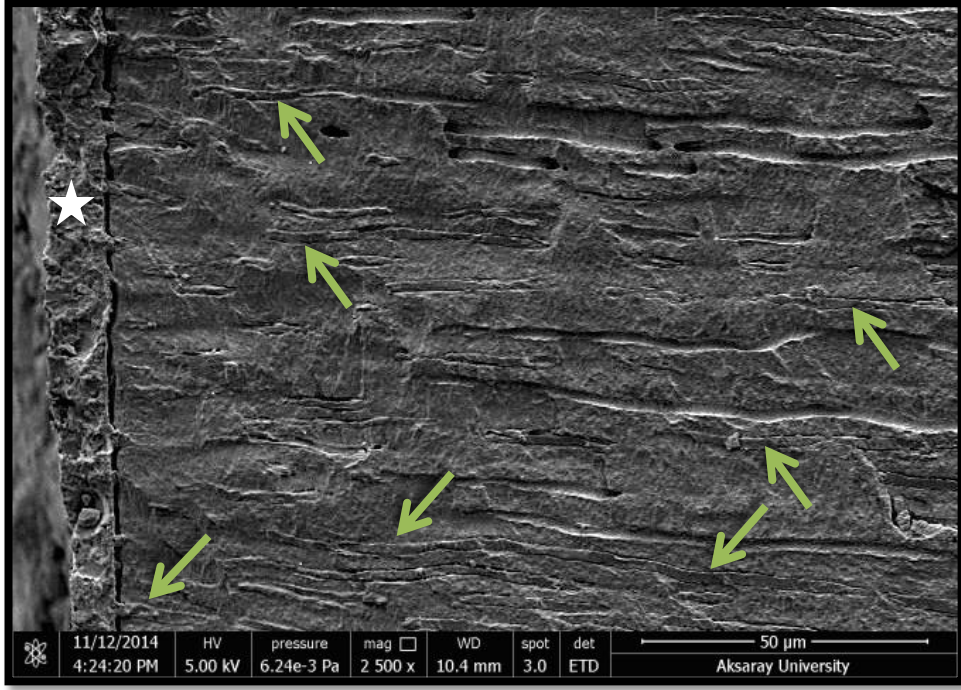
**Şekil 3.47** Tek kon tekniği tekniği ve AH Plus kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine homojen penetrasyonu ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.



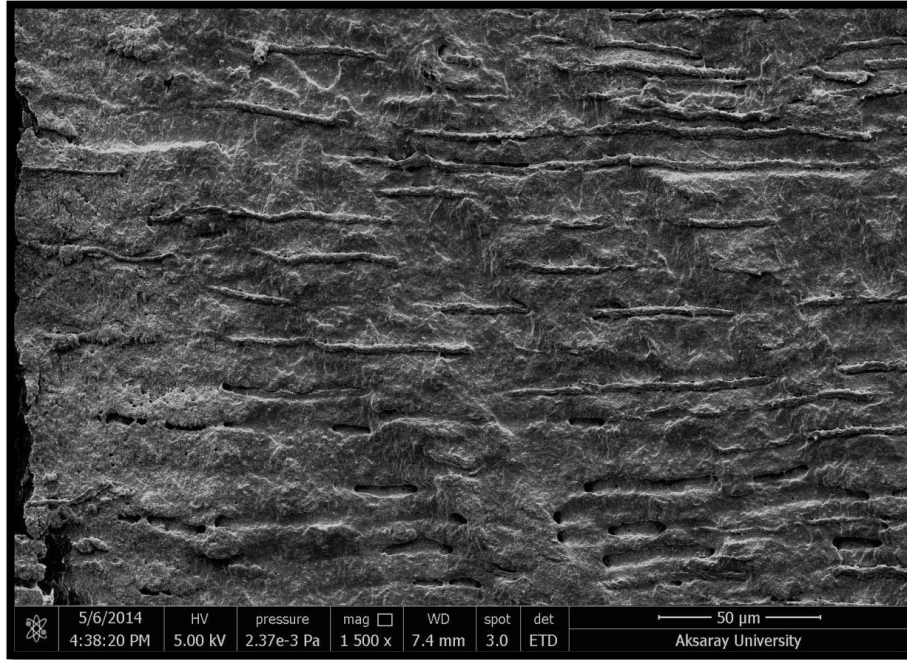
Şekil 3.48 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.



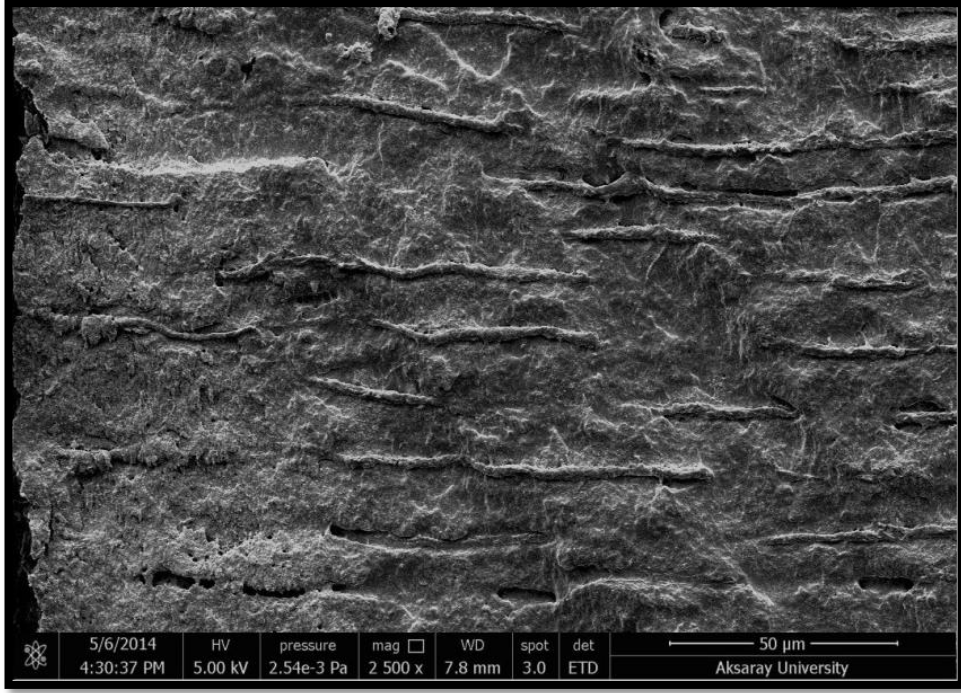
Şekil 3.49 Tek kon tekniği ve AH Plus kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.



Şekil 3.50 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.



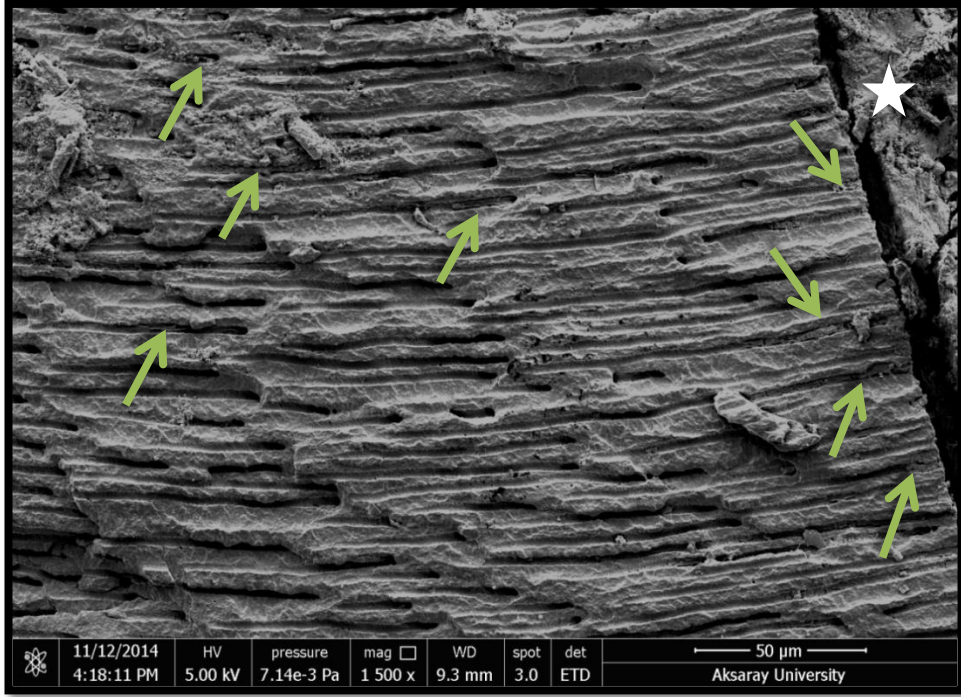
Şekil 3.51 Tek kon tekniği ve AH Plus kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal uçluden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine homojen penetrasyonu görülmektedir.



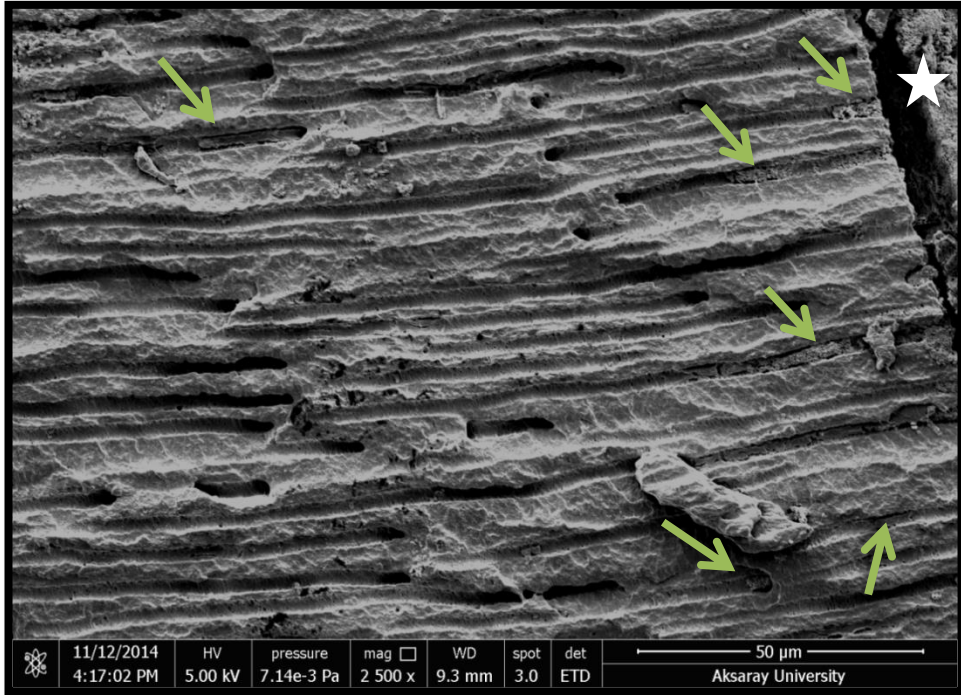
**Şekil 3.52** 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

Tek kon tekniği ile kullanılan RealSeal kanal dolgu matının koronal (Şekil 3.53, Şekil 3.54) ve orta (Şekil 3.55, Şekil 3.56) bölgeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ( $p>0.05$ ), bu bölgelerdeki dentin tübül penetrasyonlarının apikal (Şekil 3.57, Şekil 3.58) bölgedeki dentin tübül penetrasyonundan önemli ölçüde yüksek olduğu gözlemlendi ( $p<0.05$ ).

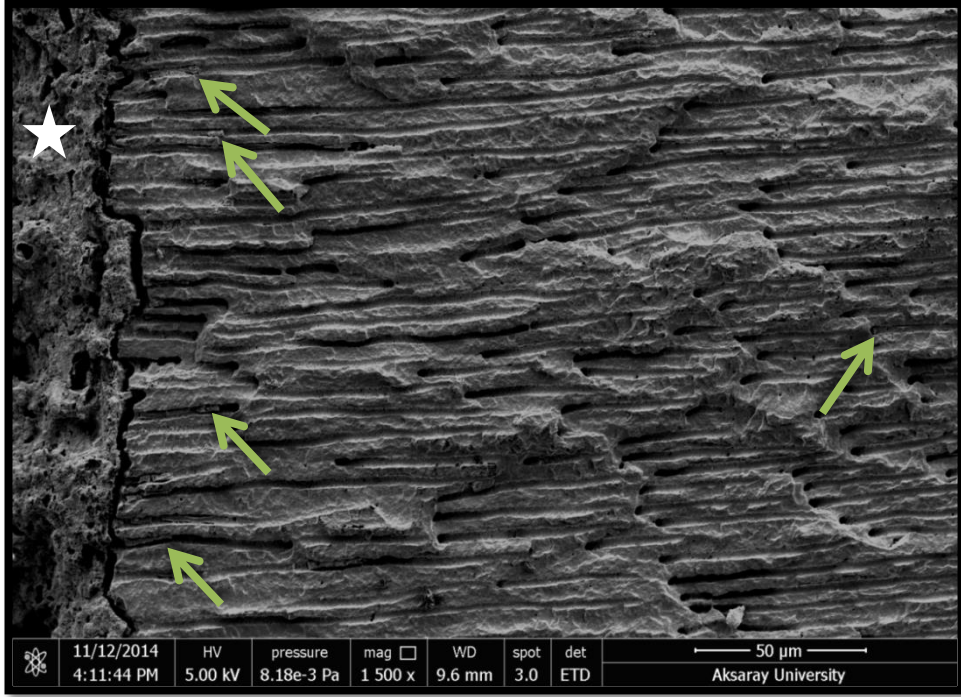




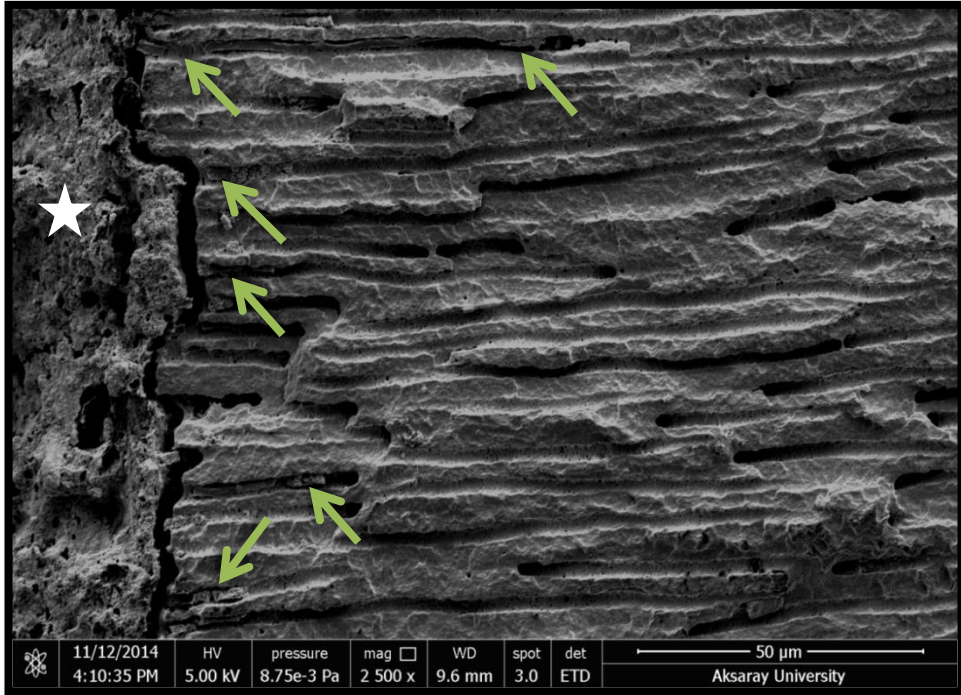
Şekil 3.53 Tek kon tekniği ve RealSeal kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.



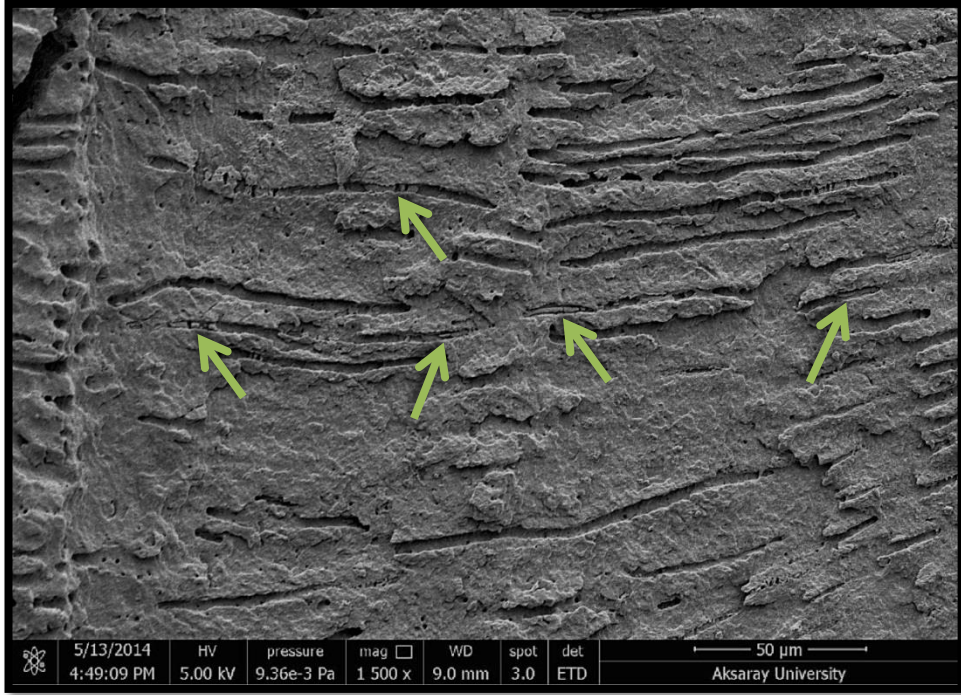
Şekil 3.54 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.



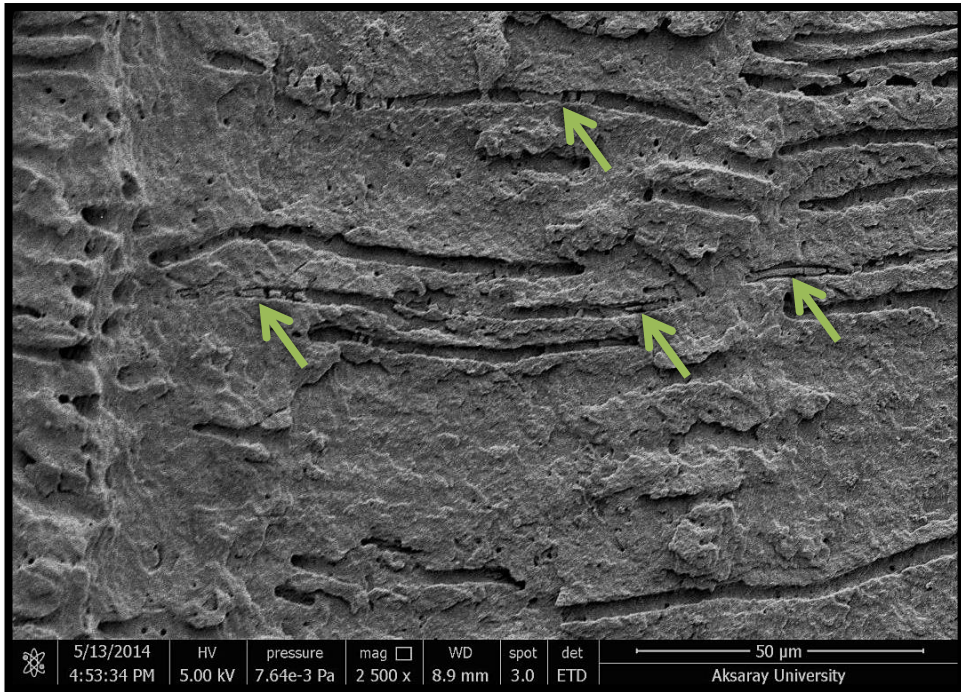
Şekil 3.55 Tek kon tekniği ve RealSeal kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlünden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.



Şekil 3.56 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

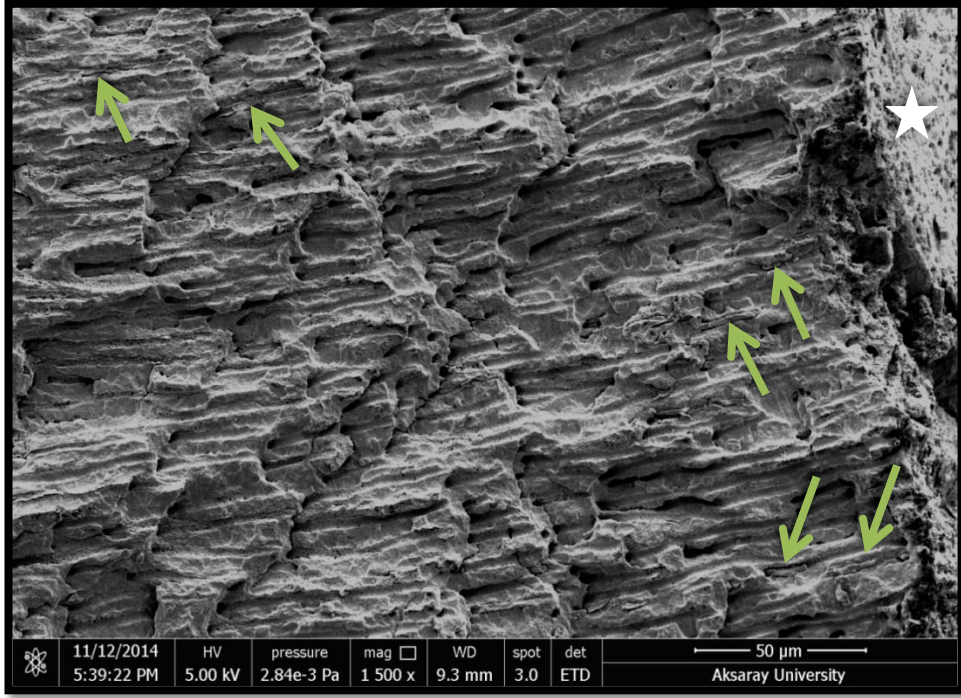


Şekil 3.57 Tek kon tekniği ve RealSeal kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) görülmektedir.

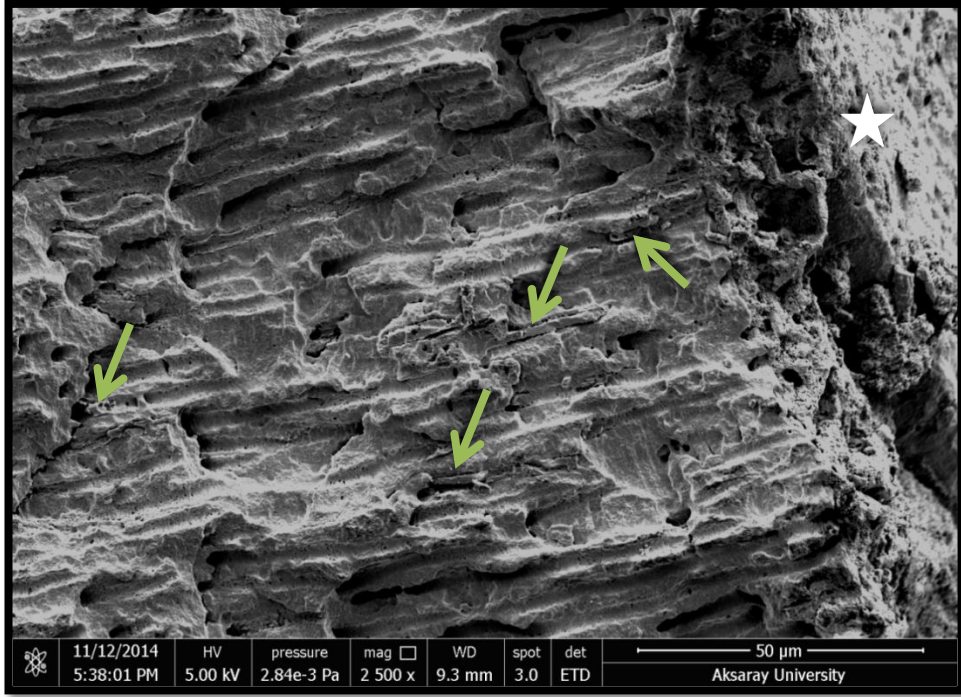


Şekil 3.58 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

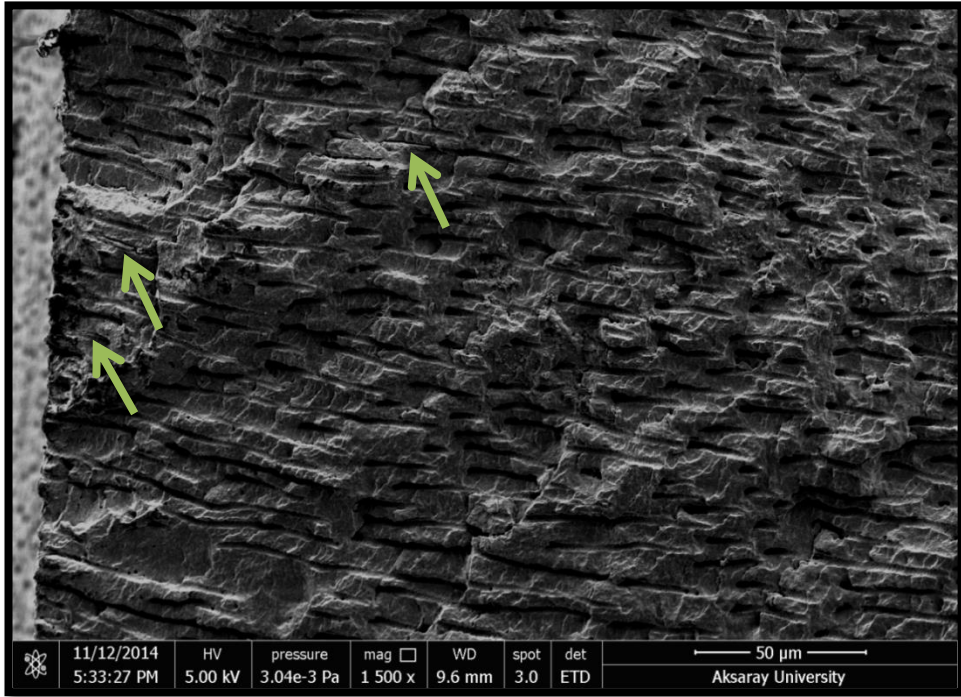
Tek kon tekniği ile kullanılan MTA Fillapex kanal dolgu patında dentin tübül penetrasyonunda koronal (Şekil 3.59, Şekil 3.60) ( $p<0.05$ ), orta (Şekil 3.61, Şekil 3.62) ve apikal (Şekil 3.63, Şekil 3.64) bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ( $p<0.05$ ).



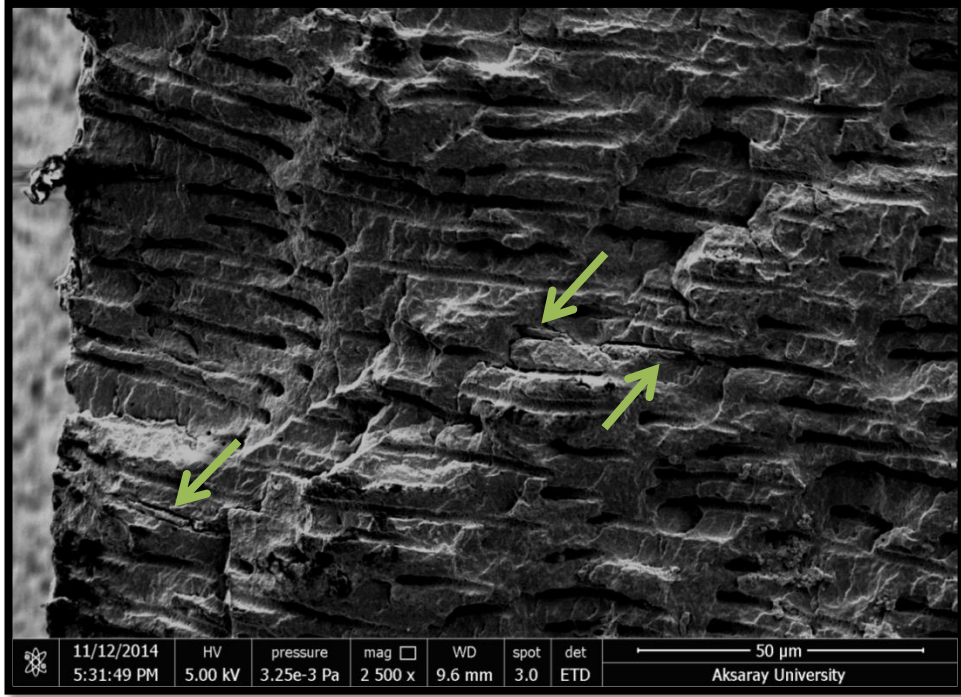
**Şekil 3.59** Tek kon tekniği ve MTA Fillapex kanal dolgu patı kullanılan grupta koronal üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) ve kök kanalının yüzeyine adapte olmuş kanal dolgu patı (yıldız) görülmektedir.



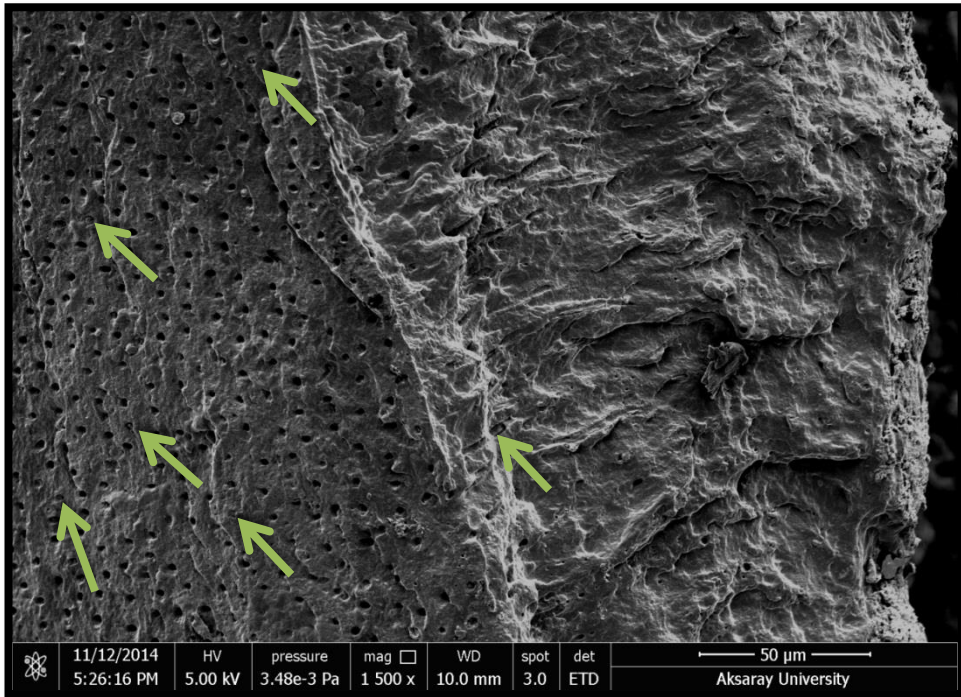
Şekil 3.60 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.



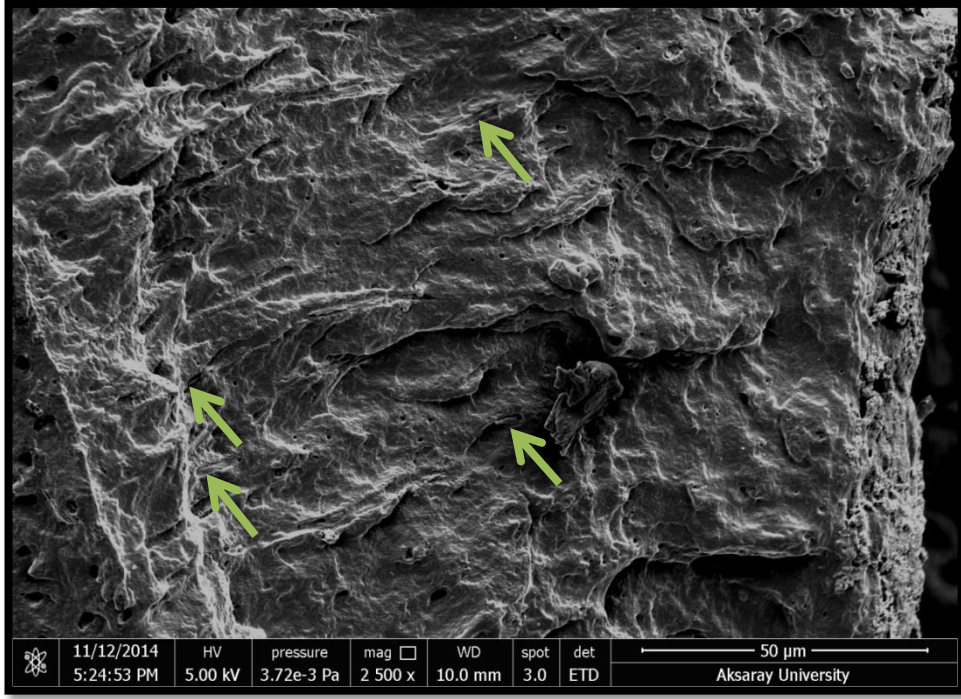
Şekil 3.61 Tek kon tekniği ve MTA Fillapex kanal dolgu patı kullanılan grupta orta üçlüden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) görülmektedir.



Şekil 3.62 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.



Şekil 3.63 Tek kon tekniği ve MTA Fillapex kanal dolgu patı kullanılan grupta apikal uçluden 1500X büyütmede alınan SEM görüntüsü. Kullanılan kanal dolgu patının dentin tübüllerine penetre olduğu bölgeler (oklar) görülmektedir.



Şekil 3.64 2500X büyütmede alınan SEM görüntüsü.

## 4 TARTIŞMA VE SONUÇ

Periradiküler hastalıklar belki de insanları en çok etkileyen iltihaplı hastalıklardan biridir (Figdor 2004). Dişlerin kök kanalını enfekte eden mikroorganizmalar bu hastalıkların en temel sebebi olarak gösterilmektedir (Siqueira 2002). Kültür çalışmalarından ve moleküler çalışmalardan elde edilen veriler, primer endodontik enfeksiyonlarda anaerobik bakterilerin kanal mikrobiyatasına belirgin bir şekilde egemen olduklarını göstermektedir ve enfekte bir kanalın 10 ile 30 tür arasında mikroorganizma barındırabildiği belirtilmektedir (Munson ve ark. 2002, Siqueira ve ark. 2004).

Kök kanal tedavisinde bakteriyel gelişimin engellenmesi için kanal dolgu materyallerinin ideal antimikrobiyal etkinliğe sahip olması gerekir (Baer ve Maki 2010). Özellikle pulpal ve periapikal enfeksiyon varlığında antibakteriyel etkinliği olan bir kanal dolgu patı kullanmak avantaj sağlayabilir. Pek çok araştırmacı kanal dolgu patlarının antimikrobiyal etkinliğinin olduğunu rapor etmiştir (Orstavik 1981, Pumarola ve ark. 1992, Shalhav ve ark. 1997, Fuss ve ark. 2000, Slutzky-Goldberg ve ark. 2008, Nawal ve ark. 2011). Kanal dolgu patının antimikrobiyal etkinliğinin, mekanik ve kimyasal işlemlerden fazla etkilenmeyen inatçı mikroorganizmaların yok edilmesine önemli ölçüde katkı sağladığı bilinmektedir. Kanal dolgu patının bakterisidal ya da en azından bakteriostatik etkinliğinin olması beklenir. Kök kanalının bakterisidal etkinliği olan bir kanal dolgu patı ile doldurulması önerilmektedir (Shalhav ve ark. 1997). Kök kanalında mikroorganizmaların zorlu şartlar altında ve hatta mekanik ve kimyasal temizliğin ardından bile varlıklarını devam ettirebiliyor olmaları, kanal dolgu patlarının neden antimikrobiyal etkiye sahip olmaları gerektiğini açıklamaktadır.

*S. aureus* çoğu antimikrobiyal ajanlara ve zorlu çevre koşullarına karşı hızlı direnç geliştirebilmektedir. Çok sayıda ve farklı etkilere sahip enzimler üreterek antimikrobiyal ajanlara karşı kendilerini iyi koruyan patojenlerdir (Berkiten 2005). Kök kanalından izole edilebilen ve antimikrobiyal testlerde kullanılan standart mikroorganizmalardan biridir.



Enterekoklar gram pozitif koklardır ve fakültatif aneroblardır. Hem oksijenli hem de oksijensiz ortamda gelişebilme yeteneğine sahiptirler. (Gilmore 2002, Rocas ve ark. 2004a). Zor koşullarda hayatta kalabilmektedirler. Sahip oldukları kollajen bağlayıcı protein sayesinde kök kanalında dentine bağlanmaları kolaydır (Hubble ve ark. 2003). Bu sebeple klinik olarak kök kanal sisteminden uzaklaştırılması zor bir patojendir (Peciulienė ve ark. 2001, Spangberg ve Haapasalo 2002). Kullanılan medikamentlere en dirençli bakteridir ve besin yokluğunda 12 ay boyunca hayatta kalabilmektedir (Sedgley ve ark. 2005). Primer enfeksiyonlardan ziyade flare-up ve başarısızlıkla sonuçlanmış vakalarda daha sıklıkla bulunarak (Matusow 1995, Siren ve ark. 1997), inatçı enfeksiyonların etiolojisinde önemli rol oynamaktadırlar (Gomes ve ark. 2006).

Mantarlar oral kavitenin fırsatçı patojenleridir. Oral bir hastalığı bulunmayan bireylerin bile yaklaşık üçte birinde mantarlar bulunur (Odds 1988). Grossman'a (1955) göre enfekte kök kanalları %17 oranında *Candida* barındırmaktadır. Bağlanma, hifa formasyonu ve thigmotropism gibi virulans faktörlere sahiptirler (Tuomas ve ark. 2004). *C. albicans* enfekte olmuş kök kanallarından sık izole edilebilen mekanik ve kimyasal uygulamalar karşısında ve kanal içerisine uygulanan medikamentlere karşı hayatta kalabilen mikroorganizmalardan biridir. Enfekte kök kanallarında bakterilerle birlikte izole edilebilmektedir (Waltimo ve ark. 1997).

Peciulienė ve ark. (2001) tedaviye direnç gösteren periapikal periodontitiste kök kanalında *S. aureus*, *E. faecalis* ve *C. albicans* varlığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada, bahsedilen durumlar göz önünde bulundurularak bu üç mikroorganizmanın kullanılmasına karar verildi.

Endodontide kanal dolgu patlarının antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı *in vivo* ve *in vitro* çalışmaların zorluğu bu konuda standardize edilmiş kuralların olmayışıdır (Zhang ve ark. 2009b). Ayrıca yeni materyallerin test edilmesinde birden fazla yöntemin kullanılması tavsiye edilmektedir (Nawal ve ark. 2011). Bu çalışmada literatürde kabul görmüş en yaygın yöntemlerden ADT ve DKT yöntemleri tercih edildi.

ADT, dental materyallerin antimikrobiyal etkinliğinin incelenmesinde bir standart olarak uzun süredir kullanılmaktadır. Kanal dolgu patları gibi materyallerin antimikrobiyal etkinliğinin incelenmesinde agar pleytler içerisine sabit çaplı kuyular açılarak seçilen bakteri süspansiyonu agar üzerine yayılmaktadır. Oluşan inhibisyon alanları kanal dolgu patının antimikrobiyal etkinliğinin bulgusu olarak kaydedilmektedir.

Agar jelin kalınlığı antimikrobiyal ajanın ortama pürüzsüz bir şekilde diffüze olmasında etkilidir. Fazla kalın ya da fazla ince miktarda olması yanlış negatif ya da yanlış pozitif sonuç alınmasına sebep olabilir. Çalışmalarda agar besiyerine açılan kuyucukların optimal kalınlığının 5 mm, çapının ise 6 mm olması gerektiği belirtildiği için (al-Khatib ve ark. 1990, Siqueira ve ark. 2000b), bu çalışmada da Müller-Hinton ve Saboraud agar pleytler bu ölçüler dikkate alınarak hazırlandı.

ADT tekniğinde yaygın olarak kullanılan sıcaklık 37°C'dir. Kullanılan mikroorganizmaların çoğalmasında ideal sıcaklık olarak kabul görmektedir. Test edilen materyallerin çözünürlüğü de ADT tekniğinde inhibisyon alanlarını etkileyen önemli etkenlerden biridir. özülebilir materyaller ADT ile daha iyi çalışılmaktadır (Mickel ve ark. 2003, Kayaoglu ve ark. 2005). Bazı sınırlı imkanlar sunuyor olsa da ADT antimikrobiyal etkinlik çalışmalarında halen tercih edilen yöntemlerden biridir.

ADT, test edilen mikroorganizmaların canlılığını test edememekte ve karşılaştırma yapamamaktadır. Bir başka dezavantajı ise kullanılan kanal dolgu materyalinin bakterisidal etkili mi, bakteristatik etkili mi olduğunu ayırt edememesidir. Ayrıca ADT ile doğru sonuçlar alabilmek için pek çok etkeni kontrol etmek ve standartizasyonunu sağlamak gerekir. Barry (1976) ADT'ini etkileyen değişkenleri ve dinamikleri şöyle ifade etmektedir; test edilen materyalin teması ve etrafını saran jel ortam önemlidir. İkincil olarak da, test edilen antimikrobiyal materyalin moleköl ağırlığı ve yapısı jel ortamına geçebilecek boyutta ve şekilde olmalıdır. Test edilen antimikrobiyal materyalin difüzyon oranı, ortamdaki antimikrobiyal materyalin miktar ve konsantrasyonuna, agar jelin vizkositesine, test edilen materyalin ısısına ve iyon konsantrasyonuna bağlıdır (Barry 1976, Tobias ve ark. 1985, Tobias 1988). Bir diğer önemli etken de zamandır. Antimikrobiyal ajanın

agar içine diffüze olabilmesi için yeterli zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca yapılan testte tekrar edilebilir ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek için, mikroorganizmaların agar üzerine yayılma yoğunluğu da önem teşkil eder. Antimikrobiyal ajan etrafında oluşan inhibisyon alanı mikroorganizmaların çoğalmasına zaman tanıdıktan sonra ölçülür. Bu nedenle çalışmada ilk ölçüm 24. saatin sonunda yapılmıştır.

Mikrobiyolojik çalışmaların sonuçlarında hataya yer vermemek için doğru materyal ve teknik ve uygun şartlarda çalışmak gerekmektedir. Kullanılacak olan mikroorganizmaya göre besiyeri seçimi dikkat edilmesi gereken unsurlardan biridir. Bakterilerin değerlendirildiği çalışmalarda genel olarak Müller-Hinton agar tercih edilirken, mantarların kullanıldığı çalışmalarda antifungal değerlendirme yapılan petriyelerde Sabouraud Dekstroz Agar'ın kullanılması uygun görülmektedir. Besiyerleri tercihi bu doğrultuda yapılmıştır. Bir diğer önemli unsur da örneklerin kontamine olmamasına dikkat edilmeli ve çalışma yapılırken kapalı bir ortam tercih edilmelidir. Bu bakımdan çalışma ultraviyole lambalarla hava ve yüzey dezenfeksiyonunun sağlandığı biyolojik güvenlik kabinleri içerisinde gerçekleştirildi.

Kullanılan tüm kanal dolgu patları antimikrobiyal etkinlik gösterdi. RealSeal kanal dolgu patının *S. aureus*'a, MTA Fillapex kanal dolgu patının *E. faecalis*'e karşı etkinliği zamanla değişirken, diğer patlarda önemli bir değişim gözlenmedi.

Çalışmada tüm mikroorganizmalara karşı en yüksek antimikrobiyal etkinliği AH26 kanal dolgu patı gösterdi. AH 26 kanal dolgu patı dezenfektan ajan olarak metenamin içerir. Bu ajanın hidrolizi sonucu amonyak ve formaldehit meydana gelir (Koch 1999). Formaldehit AH 26 kanal dolgu patı tarafından salındığında yüksek antimikrobiyal etkinlik oluşturduğu düşünülmektedir (Mickel ve ark. 2003). Bu durum yüksek oranda antimikrobiyal etkinlik ile sonuçlanmaktadır.

Çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde Muhammedi ve Yazdizadeh (2007) ADT tekniği ile yapmış oldukları çalışmada AH26 kanal dolgu patının *S. aureus* üzerindeki antibakteriyel etkinliğinin RealSeal kanal dolgu patından önemli ölçüde fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada AH 26 kanal

dolgu patının *S. aureus*'a karşı beyaz MTA ve MTA içerikli CPM sealer kanal dolgu patından daha fazla antibakteriyel etki gösterdiği rapor edilmiştir (Mohammadi ve ark. 2012). MTA-Angelus ve gri ProRoot MTA'nın *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal olduğu bildirilmiştir (Tanomaru-Filho ve ark. 2007). ADT kullanılarak kanal dolgu patlarının antibakteriyel etkinliğinin karşılaştırıldığı çalışmada *E. faecalis* ve *S. aureus*'a karşı AH Plus kanal dolgu patının düşük antibakteriyel etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir (Poggio ve ark. 2011). Başka bir antibakteriyel etkinlik çalışmasında 5 farklı kanal dolgu patı ve ProRoot MTA kullanılmış, *S. aureus* ve kullanılan diğer mikroorganizmalar üzerinde en etkin patın AH Plus olduğu belirtilirken, ProRoot MTA'nın antimikrobiyal etkinlik göstermediği bildirilmiştir (Yasuda ve ark. 2008). Miyagak ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada AH Plus kanal dolgu patının *S. aureus* ve *C. albicans* üzerinde antimikrobiyal etkinlik gösterirken, MTA'nın her iki mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal etkinlik göstermediğini belirtmişlerdir. Öte yandan yakın zamanda yapılan bir çalışmada beyaz MTA'nın *S. aureus*, *E. faecalis* ve *C. albicans*'ın her üçüne de antimikrobiyal etki gösterdiği rapor edilmiştir (Silva ve ark. 2014). Bir başka çalışmada gri ve beyaz MTA'nın *C. albicans*'a karşı antifungal etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir. Çalışmada bu etkinin konsantrasyon miktarı ile de ilişkili olduğu bildirilmiştir (Al-Hezaimi ve ark. 2006b, Al-Hezaimi ve ark. 2006a). Gomes ve ark. (2004) AH Plus kanal dolgu patının *S. aureus*, *E. faecalis* ve *C. albicans* üzerinde antimikrobiyal olduğunu rapor etmişlerdir. Başka bir çalışmada AH Plus kanal dolgu patının *E. faecalis*'e karşı az miktarda antibakteriyel etki gösterdiği belirtilmiştir (Siqueira ve ark. 2000b). AH Plus kanal dolgu patının *E. faecalis*'e karşı gösterdiği düşük antibakteriyel etkinin çok düşük miktardaki formaldehit salımından kaynaklandığı düşünülebilir (Leonardo ve ark. 1999). Yaptığımız çalışmada da *E. faecalis*'e karşı en düşük antibakteriyel etkinlik değerleri AH Plus kanal dolgu patına aittir.

Morgental ve ark. (2011) ADT'inde MTA içerikli MTA Fillapex kanal dolgu patının *E. faecalis*'e karşı antibakteriyel etki gösterdiğini bildirirken diğer MTA içerikli Endo CPM sealer kanal dolgu patının ise antibakteriyel etki gösteremediğini rapor etmişlerdir. MTA içerikli kanal dolgu patı MTA Fillapex yaptığımız çalışmada da benzer şekilde, test edilen mikroorganizmalar üzerinde etkili bulunmuştur.

Yaptığımız çalışmanın sonuçları ile çelişen çalışmalar da mevcuttur. Mickel ve ark. (2003) ise AH Plus kanal dolgu patının *E. faecalis*'e karşı hiç antimikrobiyal etki göstermediğini bildirmişlerdir. Metakrilat rezin esaslı kanal dolgu patları Epiphany ve EndoRez ile rezin esaslı AH Plus kanal dolgu patının kullanıldığı bir çalışmada EndoRez kanal dolgu patının ardından AH Plus kanal dolgu patı *S. aureus*'a karşı en iyi antimikrobiyal etkiyi gösterirken aynı çalışmada Epiphany kanal dolgu patının ise hiç antimikrobiyal etki göstermediği rapor edilmiştir (Maekawa ve ark. 2012). Madani ve ark. (2014) MTA Fillapex kanal dolgu patının AH 26 kanal dolgu patına göre *E. faecalis* ve *C. albicans*'a karşı daha iyi antimikrobiyal özellik gösterdiğini bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada AH 26'nın antimikrobiyal etkinliği MTA Fillapex kanal dolgu patından yüksek bulunmuştur.

ADT'nin sunduğu sınırlı imkanları geliştirebilmek için DKT, Dilution in Broth, Survival Time, Modification Cavity Method gibi test teknikleri geliştirilmiştir (Spangberg ve ark. 1973, Gilbert ve ark. 1978, Orstavik 1981, Meryon ve Johnson 1989). DKT günümüzde yaygın olarak kullanılan tekniklerden biridir. ADT tekniğinin dezavantajlarının üstesinden gelmek adına doksanlı yılların ortalarında geliştirilen ve farklı materyallerin antimikrobiyal etkinliğinin incelenmesinde kullanılan bir tekniktir. DKT, test edilen materyal ile mikroorganizmanın doğrudan temasını sağlar. Bu tekniğin bir avantajı da test edilen materyalin çözülebilirliğine ve dağılılabirliğine bakmadan antimikrobiyal etkinliğinin değerlendirilebilmesidir. ADT tekniğinde materyal yeterli çözünürlükte ve dağılılabirlikte değilse yanlış sonuç alınabilmektedir. DKT ise kullanılan materyaldeki yoğunluk değişiminin ölçülmesi esasına dayanır. Bu teknikte düşük çözünürlüğe sahip materyallerle de çalışılabilmektedir.

DKT'te turbidimetrik metod bakteriyel gelişimin önlenmesini (bakteriostatik etkiyi) takip etmeyi sağlar. Farklı sürelerde bekletilerek sertleşmiş kanal dolgu patlarının mikrobiyal canlılık üzerindeki etkisi de değerlendirilebilir (Zhang ve ark. 2009b). Sıcaklık kontrolüne sahip bir spektrofotometre cihazı kullanılır ve belirlenen aralıklarla düzenli ölçüm yapılır. Bu çalışmada ölçümler 8. saate kadar her saat, 8. saatten sonra iki saatte bir yapılmıştır. Homojen bakteriyel

hücre süspansiyonunu elde etmek için de her ölçümden önce cihaz tarafından otomatik karıştırma uygulanmıştır.

DKT, test edilen materyal ile test edilen mikroorganizma arasında doğrudan ve yakın temas sağlar. Bu teknik hem materyalin hem de ortamın diffüzyon özelliklerinden neredeyse bağımsızdır. DKT restoratif materyallerin ve kanal dolgu patlarının test edilmesinde önerilmektedir (Weiss ve ark. 1996). DKT ile elde edilen sonuçlar ADT'e göre daha nicel ve tekrarlanabilir niteliktedir. Ayrıca DKT'inde kanal dolgu patı hem varken hem de yokken mikroorganizmaların gelişimini takip etmek mümkündür. Bu özellikten faydalanarak çalışmamızda kanal dolgu patları kullanılmadan sadece mikroorganizmalar kullanılarak kontrol grupları oluşturuldu.

DKT verilerinin sonuçlarına göre bütün mikroorganizma gruplarında kanal dolgu patlarının yeni karıştırılmış formlarında bulanıklılık değeri kontrol gruplarında zamanla artarken kanal dolgu patlarında artış göstermemiştir. Bu durum test edilen yeni karıştırılmış kanal dolgu patlarının her üç mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal açıdan etkili olduğunu ifade etmektedir.

24 saat bekletilmiş formda ise *S. aureus* ve *E. faecalis* grubunda AH Plus kanal dolgu patında, *C. albicans* grubunda AH 26 ve AH Plus kanal dolgu patlarında antimikrobiyal etkinliğin azalmaya başladığı gözlenmektedir. Rezin içerikli kanal dolgu patlarının antimikrobiyal etkinliğindeki azalma, yapılan çalışmalarda formaldehit salınımının zamanla azalması ile ilişkilendirilmektedir (Slutzky-Goldberg ve ark. 2008, Zhang ve ark. 2009b).

Zhang ve ark. (2009b) modifiye ettikleri DKT yöntemini kullanarak farklı kanal dolgu patlarının yeni karıştırılmış ve 1, 3 ve 7 gün sertleşmiş formlarının *E. faecalis*'e karşı antimikrobiyal etkilerini test etmişlerdir. Rezin içerikli AH Plus ve metakrilat rezin esaslı EndoRez kanal dolgu patlarının yeni karıştırılmış formlarının 20 dk içinde bakterileri öldürdüğünü, AH Plus kanal dolgu patının 1 ve 3 günlük sertleşmiş formlarının ise 60 dk içerisinde bakterilerin tamamını öldüremediğini, EndoRez kanal dolgu patının 7 günlük sertleşmiş formunun dahi 60 dk içerisinde tüm bakterileri öldürebildiğini rapor etmişlerdir. Pizzo ve ark. (2006) AH Plus kanal dolgu patının *E. faecalis*'e karşı yalnızca yeni karıştırılmış formunun antibakteriyel

etki gösterdiğini, 24 saat ve 7 gün sertleşmiş formlarının hiç antibakteriyel etki göstermediğini bildirmişlerdir. Kayaoğlu ve ark. (2005)'nin sonuçları da benzerdir. Bu çalışmaların sonuçları bizim çalışmamızla uyum göstermektedir.

Eldeniz ve ark. DKT kullanarak kök ucu dolgu materyallerini değerlendirdikleri çalışmalarında yeni karıştırılmış ve 3 gün bekletilmiş materyal örneklerinin antibakteriyel etkilerini incelemişler ve 3 gün bekletilmiş örneklerde antibakteriyel etkinin çeşitlilik gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada örneklerin %100 nemli ortamda 37 °C'de bekletilmesinin antibakteriyel bileşenlerin salınmaya devam etmesine olanak sağladığı belirtilmektedir (Eldeniz ve ark. 2006). Bu durum, bekletilmiş örneklerde antimikrobiyal etkinliğin belli bir zaman aralığından sonra neden azalmaya başladığını açıklamaya yardımcı olabilir. Morgental ve ark. (2011)'nin çalışması da bu bilgiyi destekler niteliktedir. Yaptıkları DKT çalışmalarında beyaz MTA'nın, MTA içerikli MTA Fillapex ve Endo CPM sealer ve Endofill kanal dolgu patlarının 7 günlük sertleşmiş formlarının antibakteriyel etki göstermediğini bildirmektedirler.

Farklı kanal dolgu patlarının yeni karıştırılmış ve sertleşmiş formlarının karşılaştırıldığı çalışmada AH Plus kanal dolgu patının yeni karıştırılmış formunun *C. albicans* üzerinde yüksek düzeyde antifungal etkinlik gösterdiği bildirilmiştir. Yeni karıştırılmış iRoot SP ve MTA Fillapex kanal dolgu patları da antifungal etkili bulunmuştur (Ozcan ve ark. 2013). Bu çalışmanın bulguları çalışmamızla uyumludur.

Endodontide kullanılan kanal dolgu patlarının antimikrobiyal bileşenleri mikroorganizmalara karşı gösterdikleri antimikrobiyal etkinlikte seçici özelliğe sahip değildirler. Konak dokuda her zaman toksisite ile sonuçlanan seçici olmayan bir etki gösterirler. Sertleşme sırasındaki antimikrobiyal etki kaybı toksisiteyi düşürür (Araki ve ark. 1994, Thom ve ark. 2003). Toksisitenin zamanla düşmesi kanal dolgu patlarının yaygın bir özelliğidir. Bunun antimikrobiyal etkinin zamanla azalmasından kaynaklandığı yukarıdaki çalışmalarda da vurgulanmıştır. Bu nedenle patların bekletilmiş formlarında antimikrobiyal etki kaybı kanal dolgu patının fiziksel ve kimyasal özelliğinin doğal bir sonucu olarak gözükmektedir.

Farklı kanal dolgu patları farklı formül içeriklerine, uygulanan teste ya da zamana bağlı olarak bakteriyel gelişim üzerinde farklı etkiler oluşturabilmektedir. Resin esaslı kanal dolgu patlarının antibakteriyel etkinliğinin içerdikleri bisfenol-A diglisidil eterle (Heil ve ark. 1996) ya da polimerizasyon esnasında salınan formaldehit ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Leonardo ve ark. 1999). AH 26, AH Plus gibi kanal dolgu patlarında zamanla formaldehit salınımındaki azalma ile antimikrobiyal etkideki azalma eş zamanlı bir seyir izlemektedir. Metakrilat rezin içerikli patlar da yine rezin içerikleri ile antimikrobiyal etkinlik göstermektedir. Bu etkinin temelini şöyle açıklayabiliriz. Bazı kimyasal maddeler, mikroorganizmaların protein karakterinde olan yapısını koagule veya denatüre ederler. Protein özelliğinde olan enzimler, bu tarzdaki kimyasal ajanlardan çok etkilenirler. Enzimlerin denatüre olması bakterinin ölümüne neden olur. Böyle etkileyen kimyasal maddeler arasında asitler ve alkaliler başta gelirler.

Asitler yüzey gerilimini düşürürler. Yüzey geriliminin düşmesi kimyasal maddelerin bakteri yüzeyi ile direk temasa geçmesini kolaylaştırır ve ortamda bulunan maddelerin bakteri yüzeyinde toplanmasına neden olur. Bu durum, beslenmeyi bozar ve bakteriyi öldürür. Mikroorganizmalara karşı etkili bir diğer kimyasal ajan da alkollerdir. Mikrobisid etkili oldukları bilinmektedir. Alkoller genellikle hücre membranındaki hidrokarbon molekülleri ile bağlantı kurmuş lipidleri ayırarak bunlara etki ederler (mikrobiyoloji.org 2015).

Mikroorganizmalar üzerine yoğunluğuna göre mikrobisid veya mikrobistatik olarak etki edebilen hem asit hem de alkol içerikli asit feniğin (fenol), dezenfeksiyon amacı ile genellikle %2-3'lük solusyonları kullanılır (mikrobiyoloji.org 2015). Benzer bir düşünce ile kanal dolgu patlarının içerisine insan metabolizmasını olumsuz etkilemeyen ya da toksisitesi kabul edilebilir seviyede olan asit ve/veya alkol menşeli bileşenler kullanımı söz konusu olabilmektedir. Epoksi rezin Bisfenol-A, içerdiği fenol ile alkol içerikli bir bileşendir. Epoksi rezin içerikli kanal dolgu patlarının içerisinde mevcuttur. Akrilik rezinler, akrilik asitten üretilirler. Metakrilat rezin de, metakrilik asitten elde edilen ticari bir bileşendir ve metakrilat rezin esaslı kanal dolgu patlarında mevcuttur. Bu iki bileşen alkol ve asit etkileri ile antimikrobiyal etkinlikte önemli rol oynamaktadır.



MTA Fillapex kanal dolgu patının antimikrobiyal etkinliğinin nasıl sağlandığı hakkında literatürde fazla bilgi olmamakla birlikte Morgental ve ark. (2011) bu etkinliğin rezin içeriği ile ilgili olabileceğini bildirmektedirler. Resin esaslı patlardaki resin içeriğin sağladığı antimikrobiyal etki MTA Fillapex kanal dolgu patı için de geçerli olabilir. Ayrıca MTA Fillapex kanal dolgu patının gösterdiği antimikrobiyal etkinliğin içerdiği MTA'dan kaynaklanabilme potansiyeli yüksektir. Santoz ve ark. (2005) MTA'nın bakteriyostatik özellikler sergilemesinin yanı sıra hidroksil iyonları salması, sürekli yüksek pH göstermesi ve mineralize bir tabaka oluşturmasının bakterisid etki yaratabildiğinden söz etmektedir. MTA gibi MTA Fillapex kanal dolgu patı da hidrofilik bir materyaldir. Nem ile hidrasyonu sonucu silikat hidrat jel oluşur. Hidrasyonu sonucu içerikteki MTA, bir miktar kalsiyum hidroksit üretir (Mohammadi ve ark. 2012). Roberts ve ark. (2008) MTA ve kalsiyum hidroksitin antibakteriyel etkinlik açısından benzerlikler gösterdiğini belirtmişlerdir. Oluşan kalsiyum hidroksitin MTA Fillapex kanal dolgu patının antibakteriyel etkinliğine katkı sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca MTA'nın temel bileşenlerinden biri kalsiyum oksitinin nem varlığında kalsiyum hidroksite dönüşmesi sonucu bazik pH ortamı oluşur. Yüksek bazik pH'nın bazı mikroorganizmaların protein yapıları üzerinde yıkıcı etkisi vardır. Bu yıkıcı etki de materyalin antibakteriyel etkinliğine önemli katkı sağlar (Roberts ve ark. 2008, Parirokh ve Torabinejad 2010). Yapılan bir çalışmada MTA Fillapex kanal dolgu patının 7 gün boyunca antibakteriyel etkinlik gösterdiği vurgulanmaktadır. Çalışmada pH değerinin de 10.14 ile 10.50 arasında olduğu bildirilmiştir (Morgental ve ark. 2011). Hidrofilik özellik, yüksek pH ve kalsiyum hidroksit yapının bir arada bulunması antimikrobiyal etkinlik açısından önemli bir birleşim oluşturmaktadır.

Yaptığımız çalışmada MTA Fillapex kanal dolgu patının hem yeni karıştırılmış hem de 24 saat setleşmiş formunun antibakteriyel etkinliğinin yanında *C. albicans*'a karşı da antifungal açıdan etkili olduğu da bulunmuştur. Benzer şekilde MTA'nın antifungal etkinliği yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır (Al-Nazhan ve Al-Judai 2003, Mohammadi ve ark. 2006b, Mohammadi ve ark. 2006a).

Antibakteriyel etkinlik çalışmalarında, çalışmaların sonuçları pek çok etkene bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Patların fiziksel ve kimyasal içeriği, kullanılan

bakteri miktarı ve tipi, deneyin yapıldığı ortam sıcaklığı, kullanılan yöntem gibi etkenlerden dolayı farklı bulgulara ulaşılması mümkün gözükmemektedir.

Bu çalışmada veriler *in vitro* ortamda elde edilmiştir. *In vitro* şartlarda elde edilen verilerle varılan antimikrobiyal etkinlik sonuçları *in vivo* şartlarda elde edilen sonuçlardan farklı olabilir. Çünkü *in vivo* şartlarda bir kanal dolgu patının kök kanalı içerisinde tam anlamıyla antimikrobiyal etkinlik gösterebilmesi için sadece kök kanalı içerisindeki mikroorganizmalar değil, aynı zamanda dentin tübüllerine penetre olmuş mikroorganizmalara da etki edebilmesi gerekir. Bu sebeple *in vitro* ortamda kanal dolgu patları ile ilgili yapılan antimikrobiyal etkinlik çalışmalarında penetrasyon yeteneğini kanal dolgu patının antimikrobiyal etkinliğinde tamamlayıcı bir unsur olarak görmek gerekir.

Pulpal ve periapikal patolojik sorunların temel nedeninin mikroorganizmalar ve bunların ürünlerinin olduğunu bilmekteyiz (Kakehashi ve ark. 1965). Kanal tedavisinin amacı da bu mikroorganizmaları kanaldan elimine etmek ve enfeksiyon tekrarını engellemektir, ancak bazen kimyasal ve mekanik preparasyon ile tam bir temizlik ve dezenfeksiyon sağlamak mümkün olamamaktadır (Walton 1976, Peters ve ark. 2002). Çünkü mikroorganizmalar lateral kanallar ve dentin tübülleri gibi alanlara yerleşerek direnç gösterirler. Bu alanlarda bulunan mikroorganizmalar irrigasyon ajanlarının dezenfekte edici etkisinden ve medikamentlerin oluşturacağı etkiden korunurlar.

Kanal dolgu patının penetrasyon oranını ve derinliğini etkileyen pek çok etken vardır. Smear tabakasının uzaklaştırılma miktarı, kanalın doldurulma tekniği, kanal dolgu patının fiziksel ve kimyasal özelliği ve kök kanal sisteminin anatomisi bu etkenler arasında gösterilebilir. Kokkas ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada smear tabakasının dentin tübüllerine penetrasyonu olumsuz etkilediğini ifade etmektedirler. Smear tabakası prepare edilmiş kanal duvarlarını örtüler ve dentin tübüllerini kapatır. Bu yüzden kök kanal tedavisinde önemli bir rol oynamaktadır (McComb ve Smith 1975). Goldberg ve Abramovich (1977) smear tabakasının kanal içi dezenfektanların ve kanal dolgu materyallerinin dentin tübüllerine penetrasyonunu engelleyebileceğini belirtmektedir. Yamada ve ark. (1983) bu tabakanın kanal dolgu patı ile kanal duvarı arasındaki uyumu bozduğunu bildirmektedirler. Smear tabakasının kaldırılmasının

penetrasyon derinliğini artırdığı farklı çalışmalarla gösterilmiştir. Bu çalışmalarda smear tabakası kaldırılmış dentin yüzeylerinde başarılı penetrasyon örnekleri elde edilmiştir (Carlsson ve ark. 1985, Vassiliadis ve ark. 1994, Calt ve Serper 1999, Gharib ve ark. 2007, Mamootil ve Messer 2007). Ayrıca smear tabakasının kaldırılmasının mikrosızıntıyı azalttığı da bildirilmiştir (Saunders ve Saunders 1992). Şen ve ark. (1996) dentin tübüllerine penetrasyonun istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte mikrosızıntının azalmasında rol oynadığını belirtmişlerdir.

Smear tabakasının etkili bir şekilde uzaklaştırabilmesi için EDTA, maleik asit (MA), BioPure MTAD (Dentsply Tulsa, Tulsa, OK) ve sitrik asit (SA) gibi şelasyon ajanları önerilmektedir (Haznedaroğlu 2003, Ballal ve ark. 2009, Mancini ve ark. 2009). Konsantrasyonları ve uygulama süreleri değişkendir. Bu tür çalışmalara bakıldığında kök kanal sisteminden smear tabakasının uzaklaştırılmasında en yaygın tavsiye edilen NaOCl ve EDTA'nin birlikte kullanımındadır. EDTA koronal ve orta üçlüde smear tabakası kaldırmada etkili iken apikalde o kadar etkili olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (Ballal ve ark. 2009, Mancini ve ark. 2009). Çalışmalarda %5.25'lik NaOCl ile %17'lik EDTA'nin smear tabakasını uzaklaştırdığı gösterilmiştir (White ve ark. 1984, White ve ark. 1987). Bu çalışmada da kanal preparasyonu sırasında smear tabakasının etkili bir şekilde uzaklaştırılmasında ticari preparat halinde sunulan %5'lik NaOCl ve %17'lik EDTA kullanımı tercih edilmiştir.

Smear tabakasının kaldırıldığını görmek için iki adet örnek smear tabakası kaldırılmadan, iki adet örnek ise smear tabakası kaldırılarak SEM'de incelendi ve uygulanan işlemlerde smear tabakasının başarılı bir şekilde kaldırılabilirdiği görüldü.

Kanal dolgusunda kullanılan maddelerin yüzey gerilimi de dentine penetrasyon miktarını belirleyen değişkenlerden biridir. Düşük yüzey gerilimine sahip materyalin yüksek penetrasyon yeteneği vardır (Kouvas ve ark. 1998). Kanal dolgu patlarının dentin tübüllerine penetrasyonu temas edilen yüzey alanını artırarak makul düzeyde örtüleme yeteneğinin de artmasını sağlar (White ve ark. 1984). Ayrıca kanal dolgu materyalinin mekanik tutunmasını da artırır.

Dentin tübüllerine patların penetrasyonunun değerlendirildiği çalışmalarda taramalı elektron mikroskobu (SEM), ışık mikroskobu ve konfokal lazer taramalı mikroskop (CLSM) gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin birbirlerine karşı çeşitli avantaj ve dezavantajları vardır. Işık mikroskobu ve CLSM’da penetre olan patlarla dentinin görüntüsünü birbirinden ayırma gücü söz konusudur. Bu problemin önüne geçmek için patlar, boyar maddelerle karıştırılarak kullanılır (Mamootil ve Messer 2007, Kara Tuncer ve Tuncer 2012). Ancak boyar maddeler bazı kanal dolgu patı tiplerinde patın çalışma ve sertleşme süresi gibi fiziksel özelliklerini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu durumun patların penetrasyon yeteneği üzerinde sorun yaratabileceğini düşünerek bu çalışmada boyar maddelere ihtiyaç duyulmayan bir yöntem olan SEM yöntemi tercih edilmiştir.

SEM, bilimsel çalışmalarda geniş kullanım alanı olan yöntemlerden biridir. Bir cisim üzerinden dağılan elektronlardan görüntü elde edilmesi prensibi ile çalışır. Endodontide sızıntı çalışmalarında, dentin tübüllerinin görüntülenmesi ve kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunun değerlendirilmesinde, irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin incelenmesinde, mikrobiyolojik çalışmalarda, kök kanal anatomisinin incelenmesinde, endodontide kullanılan enstrümanların yapısının incelenmesinde, postların ve kök kanalında kullanılan materyallerin adezyonlarının değerlendirilmesinde, beyazlatma ajanlarının dentine etkisinin incelenmesinde kullanılmaktadır (Üstün 2011).

SEM, kanal dolgu patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunun değerlendirildiği pek çok çalışmada tercih edilmiştir (White ve ark. 1984, White ve ark. 1987, Vassiliadis ve ark. 1994, Calt ve Serper 1999, Kokkas ve ark. 2004, Mamootil ve Messer 2007, Balguerie ve ark. 2011, Shokouhinejad ve ark. 2011). Kanal dolgu patının dentin tübüllerinin içerisine penetrasyon derinliğinin değerlendirilmesinde ve tübül içerisindeki kanal dolgu patlarının yüzey alanlarının görünümünün yüksek büyütmeyle incelenmesinde kullanılmaktadır (White ve ark. 1984). Kanal duvarından uzak alanlarda da kanal dolgu patının incelenmesine olanak sağlar. Kanal dolgu patının penetrasyon derinliğinin görüntü üzerinde ölçülmesine ve objektif bulgular elde edilmesine imkan tanır. Bu tekniğin en göze çarpan

dezavantajı ise düşük magnifikasyonlarda detaylı inceleme yapılamamasıdır. Bu durum sistematik analizi zorlaştırmaktadır (Mamootil ve Messer 2007).

Penetrasyon derinliğinin değerlendirildiği çalışmalarda longitudinal ve horizontal kesitler kullanılmaktadır. Dikey kesit almanın avantajı tek örnek üzerinde farklı bölgeleri inceleme olanağı sunmasıdır. Dezavantajı ise derin penetrasyonun olduğu durumlarda separe ile kesim yapılan alanların değerlendirilememesi olarak ifade edilmektedir (White ve ark. 1984). Ancak bu alanların kesitlerin separe artıklardan arındırılması ile incelenebilir olduğu da bilinmektedir. Yatay kesit almanın dezavantajı ise tek ya da az sayıda kesitin incelenebilmesidir. Bu çalışmada tek örnek üzerinde farklı bölgeleri inceleme avantajı sunduğu için dikey kesit alınması tercih edilmiştir.

Kanal kurulandıktan sonra kanal içerisinde kalan inatçı nem epoksi rezin içerikli patlarda penetrasyon derinliğini düşürmektedir (Gibby ve ark. 2011). Bu nedenle çalışmamızda dentin tübüllerindeki nem miktarını azaltmak için kanal dolumundan önce alkolle dehidratasyon yapılmıştır.

Çalışmada klinik pratikte en yaygın kullanılan iki kanal doldurma yöntemi tercih edilmiştir. Lateral kondenzasyon ve açılı tek kon kanal dolgu yöntemleri ile doldurulan gruplar arasında penetrasyon derinliği açısından anlamlı fark bulunamadı. Benzer şekilde Pitout ve Oberholzer (2009) yaptıkları mikrosızıntı çalışmasında bu iki kanal dolgu tekniği arasında fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Gilhooly ve ark. (2001) mikrosızıntı çalışmasında iki teknik arasında fark olmadığını bildirmektedirler. Yapılan başka bir çalışmada lateral kondenzasyon ve tek kon tekniklerinin dentin tübüllerinde bakteriyel penetrasyona etkisine bakılmış ve fark bulunmadığı rapor edilmiştir (Yucel ve Ciftci 2006). Sıvı filtrasyon tekniği kullanılan bir sızıntı çalışmasında tek kon tekniği ile lateral kondenzasyon tekniği arasında fark bulunmadığı belirtilmiştir (Inan ve ark. 2009). Bu sonuçların aksine Taşdemir ve ark. (2009) güta perkanın apikal bölgede kök kanalını doldurma miktarını inceledikleri çalışmalarında apikal 2 mm'de tek kon yönteminin lateral kondenzasyon yönteminden daha başarılı olduğunu rapor etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada pat ve dolum tekniğinin ikili karşılaştırmasında ise yalnızca AH 26 kanal dolgu patında lateral kondenzasyon tekniğinde penetrasyon miktarı tek kon tekniğine

göre daha fazla bulunmuştur. Tek kon tekniğinde resilon konların kullanıldığı başka bir mikrosızıntı çalışmasında da lateral kondenzasyon tekniği, tek kon tekniğinden üstün bulunmuştur (Kqiku ve ark. 2010). Çalışmalarda sonuçların farklılık göstermesinde farklı deney yöntemlerinin kullanılmış olması etkili olabilir.

Rezin esaslı kanal dolgu patlarının penetre olabilirliği, akışkanlık, yüzey gerilimi, vizkosite, kimyasal özellikleri, çalışma ve sertleşme zamanları gibi fiziksel özelliklerinden etkilenebilir (Ferrari ve ark. 2000). Rezin esaslı kanal dolgu patlarının yeterli akışkanlık ve derin penetrasyon yeteneklerinin ince film yapısından kaynaklandığı da bilinir. İnce film yapısı lateral kondenzasyon tekniği kullanıldığında daha mükemmel penetre olabilir (Rahimi ve ark. 2009). Bu çalışmada AH 26 kanal dolgu patının lateral kondenzasyon tekniğiyle daha iyi penetre olabildiğini film kalınlığına bağlamak açıklayıcı olabilir. Bunun aksine Weis ve ark. (2004) ise kanal dolgu tekniğinin epoksi resin esaslı kanal dolgu patlarında penetrasyon derinliği üzerinde etkili olmadığını belirtmektedirler. Yine aynı çalışmada rezin esaslı kanal dolgu patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunun dolgu sırasında oluşan hidrolik kuvvetlerle ilgili olmayıp, kanal dolgu patının tübüllere kapiller etki ile girdiği öne sürülmektedir.

Kök kanalının farklı bölgelerinde penetrasyon derinlikleri genel anlamda değişkenlik göstermektedir. Çalışmada RealSeal kanal dolgu patı hariç tüm kanal dolgu patlarında en yüksek penetrasyon miktarı koronal üçlüde görülürken en düşük penetrasyon miktarı apikal üçlüde gözlemlendi. Yalnız RealSeal kanal dolgu patında koronal üçlünün ortalama değerleri orta üçlüden yüksek olmasına rağmen aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı. Yapılan bir çalışmada Patel ve ark. (2007) metakrilat esaslı RealSeal kanal dolgu patının koronal üçlüdeki penetrasyon miktarını orta üçlüden fazla bulduklarını bildirirken bunun aksine Shokouhinejad ve ark. (2011) metakrilat esaslı Epiphany kanal dolgu patında en derin penetrasyonun orta üçlüde olduğunu rapor etmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada tüm deney gruplarında kullanılan tüm patlar koronal ve orta üçlüde apikal üçlüden daha iyi penetrasyon göstermiştir. Kök kanalının değişik alanlarında tübül penetrasyon derinliğindeki farklılıklar araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. Dentin tübüllerinin sayısı ve çapları koronal bölgede

apikal bölgeden daha büyüktür ve bu da kanal duvarlarına daha iyi bir adaptasyon sağlar (Vassiliadis ve ark. 1996). Apikal dentinde daha az sayıda tübül yoğunluğu görüldüğü hatta bazı alanların tübülden yoksun olduğu belirtilmektedir (Carrigan ve ark. 1984, Mjor ve ark. 2001). Weis ve ark. (2004) ile Vassiliadis ve ark. (1994) çalışmalarında en derin penetrasyonunun kök kanalında orta üçlüde gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Bulgulardaki farklılıklar kullanılan kanal dolgu tekniğinin ya da kanal dolgu patlarının farklı olmasından kaynaklanabilir. Apikalde penetrasyon oranının düşük olması güçlü ihtimal ile smear tabakasının apikalde kaldırılma etkinliğinin az olmasının ve tübüllerin daha düzensiz yapıda olmalarının bir sonucu da olabilir.

Patların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin penetrasyon derinliğini etkilediği bilinmektedir (Oksan ve ark. 1993). Kanal dolgu patlarının yüzey gerilimi tübül içerisine penetrasyon miktarını belirlemektedir. Düşük yüzey gerilimi yüksek penetrasyon sağlamaktadır.

Rezin esaslı kanal dolgu patları geleneksel kanal dolgu patlarına kıyasla dentin tübüllerine daha derin penetrasyon göstermektedir (Gharib ve ark. 2007, Patel ve ark. 2007). Bu kanal dolgu patlarının dentine çinko oksit öjenol, cam iyonomer ve kalsiyum hidroksit içerikli kanal dolgu patlarından daha iyi tutunma dayanımı gösterdiği bildirilmektedir (Lee ve ark. 2002).

Çalışmada kullanılan kanal dolgu patları içerisinde dentin tübüllerine penetrasyonda anlamlı fark yaratmamakla birlikte en yüksek ortalama metakrilat rezin esaslı RealSeal kanal dolgu patına aitti. Bu durum yapılmış bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Kokkas ve ark. (2004)'nın yaptığı çalışmada RealSeal kanal dolgu patı Tubliseal kanal dolgu patından daha iyi penetre olduğu bildirilirken, farklı bir çalışmada da yine metakrilat esaslı Epiphany kanal dolgu patının AH Plus kanal dolgu patından daha iyi penetre olduğu rapor edilmiştir (Shokouhinejad ve ark. 2011). MTA Fillapex ve AH Plus kanal dolgu patının penetrasyon yeteneklerinin karşılaştırıldığı çalışmada patlar arasında fark olmadığı bildirilirken (Amoroso-Silva ve ark. 2014) bulgularımızın aksine Mamootil ve ark. (2007) AH 26 kanal dolgu patının penetrasyon derinliğinin metakrilat rezin esaslı EndoRez kanal dolgu patından daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Mamootil ve ark. çalışmalarında

metakrilat rezin esaslı farklı bir kanal dolgu patı kullanmışlardır. Bu da farklı bir penetrasyon değeri elde edilmesini sağlamış olabilir. Literatürde RealSeal kanal dolgu patının penetrasyon yeteneği açısından epoksi rezin esaslı kanal dolgu patları ile karşılaştırıldığı çalışma sayısı sınırlıdır.

Bu çalışmada dentin tübüllerine en yüksek penetrasyon ortalaması 1035.5 µm ile lateral kondensasyon yöntemi kullanılan grupta koronal üçlüde AH 26 kanal dolgu patına aittir. En düşük penetrasyon ortalaması ise yine aynı dolum tekniğinde apikal bölgede 399.6 µm ile AH Plus kanal dolgu patına aittir.

Çalışmalarda rezin esaslı patlar ile ilgili bildirilen penetrasyon derinlikleri tartışmalı sonuçlar sergilemektedir. Şen ve ark. (1996) rezin esaslı kanal dolgu patı olan Diaket'in penetrasyon derinliğini 751-1000 µm olarak belirtmişlerdir. Mamootil ve Messer (2007) in vivo çalışmalarında rezin esaslı AH 26 kanal dolgu patının maksimum penetrasyon derinliğini 1337µm, metakrilat rezin esaslı kanal dolgu patı EndoREZ'in maksimum penetrasyon derinliğini 863 µm olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmanın aksine Kokkas ve ark. (2004) AH Plus kanal dolgu patının ortalama maksimum derinliğini 54.6 µm olarak bildirmişlerdir. Kokkas ve ark. çalışmalarında penetrasyon derinliğini belirlerken örneklere dikey kesit uygulayarak yalnızca kök kanalına sınır olan dentin duvarından ölçüm almışlardır. Separe ile kesilen bölgelerden ölçüm alınmamıştır. Penetrasyon ortalamaları arasındaki büyük fark çalışmada kullanılan yöntem ile doğrudan ilgilidir. CLSM kullanılan farklı bir çalışmada RealSeal kanal dolgu patının dentin tübüllerine ortalama penetrasyonu 908.8 µm olduğu, en fazla derinliğin 1114.88 µm ile kök kanalında koronal üçlüde olduğu bildirilirken, orta üçlüde 914.88 µm ve apikal üçlüde 696.75 µm derinliğe penetre olabildiği ifade edilmektedir (Patel ve ark. 2007). Yaptığımız çalışmada apikal bölgeden elde edilen ortalama değerler bu çalışmada elde edilenlerden biraz yüksek bulunmuştur. Epiphany kanal dolgu patına ait iki farklı çalışmada Shokouhinejad ve ark. (2011) ortalama tübül penetrasyon derinliğini 31.56 µm bildirirken, Gharib ve ark. ortalama penetrasyon derinliğini 538.1 µm olarak bildirmektedirler. Yaptığımız çalışmada ise metakrilat esaslı kanal dolgu patına ait ortalama penetrasyon derinliği her iki dolum tekniğinin ortalaması 782.4 µm olarak bulunmuştur. Bu sonucun, Gharib ve ark.'nın bulgularına yakın olduğu söylenebilir.



Penetrasyon derinliklerinin farklı sonuçlar vermesinde köklerin kesilme şekli (yatay ve dikey) ve büyütme yapılan mikroskop tipi (SEM ve CLSM) farklı sonuçlar doğurabilmektedir.

Kanal dolgu patları *in vitro* ortamda doldurulduktan sonra patların sertleşmesi için 37 °C’de 15 gün bekletilmiştir. Rezin esaslı kanal dolgu patlarının büzülmesi sırasında sertleşmesi ve higroskopik genişmesi pek çok çalışmada gösterilmiştir (Ozturk ve ark. 2004, Tay ve ark. 2005a, Tay ve ark. 2005b, Versiani ve ark. 2006, Gharib ve ark. 2007). Moradi ve ark. (2009) AH 26 ve Excite DSC patını kullandıkları çalışmalarında kanal dolumundan sonra patların 3 gün ve 3 ay beklemiş formlarında dentin tübüllerine penetrasyon miktarının 3 ay bekleyen örneklerde önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Bunun sebebi olarak da, (1) kanal içindeki dolgu patının sertleşme süresinin cam bir yüzey üzerinde olduğundan farklı olabileceğini, (2) hidrostatik basınç, uygulanan kondenzasyon kuvvetinin etkisinden sonra bile patın dentin tübüllerinde ilerlemesini, (3) dentin tübülleri içine kanal dolgu patının kimyasal difüzyonu patın daha derinlere ilerlemesini göstermişlerdir.

Metakrilat resin esaslı kanal dolgu patları endodontide radiküler dentine bağlanmayı artırmak için kullanılmaktadır. Restoratif diş hekimliğindeki adeziv bağlanma teknolojilerinden temel alırlar (Belli ve ark. 2008). Hem self-etching hem de self-adeziv türleri mevcuttur. Rezin içerikli yapıştırma simanlarına işlevsel olarak benzerlik gösterir. Monoblok yapı oluşturabildiği öne sürülen bu patların dentin tübüllerine penetrasyonunun da yeterli düzeyde olduğu belirtilmektedir. Metakrilat resin esaslı kanal dolgu patları dört farklı nesile sahiptir. RealSeal kanal dolgu patı dördüncü nesil olup hidrofiliktir.

Dentini ve mineyi oluşturan bileşenler farklılık gösterir. Dentin, mineye göre yapısında kendisine bağlanmayı zorlaştıran daha fazla organik yapı içerir (Van Meerbeek ve ark. 2001). Kanal dolgu patlarının dentin tübüllerine penetrasyonu çok aşamalı bir işlemdir. Asit uygulaması smear tabakasını kaldırarak dentin tübül ağzlarının huni biçiminde açılmasını sağlar. Peritübüler ve intertübüler dentinin asit demineralizasyonu kollajen fiberlerle iyi bir bağlantı oluşmasını kolaylaştırır (Ferrari ve ark. 2000) Dentin primerinin uygulanması yüzeyin ıslanma karakterini artırır, ayrıca adeziv resin moleküllerinin açığa çıkmış kollajen ile bağlanmasına ve

demineralize yüzeye penetrasyonun daha kolay hale gelmesine katkı sağlar (Erickson 1992). Ayrıca beraberinde inceltici bir rezine sahiptir (Kim ve ark. 2010). Bu rezin patın akışkanlığını kontrol edebilmemizi sağlar ve penetrasyon yeteneğinde avantaj sağlayabilir. Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızda kullanılan RealSeal kanal dolgu patının primerinin dentin üzerindeki etkisi ve inceltici ajanın yüzey gerilimini düşürmesi ile patın penetrasyon yeteneğine önemli katkı sağladığını düşünmekteyiz.

İntra tübüler dentin, inter tübüler dentin ile karşılaştırıldığında daha yüksek oranda mineralizedir. İntra tübüler dentin hacim olarak %95 oranında mineralize olmuşken inter tübüler dentinin kollajen matriksinde bu oran yaklaşık %30'dur (Marshall 1993) ve intra tübüler mineralizasyon yaşla birlikte artar. Bunun sonucunda tübül boyutları küçülür hatta bazıları zamanla yok olur. Toplam tübül sayısı 20 ile 80 yaşları arasında yaklaşık olarak %40 oranında azalmaktadır (Nalbandian ve ark. 1960, Tronstad 1973, Carrigan ve ark. 1984). Ortalama tübül sayısı kökün koronal ve orta üçlüsünde benzerken (Carrigan ve ark. 1984), apikal dentindeki tübül sayısı önemli oranda düşüktür (Nalbandian ve ark. 1960, Carrigan ve ark. 1984). Bunun, apikal bölgede intra tübüler dentinin daha hızlı oluşmasından kaynaklandığı öne sürülmektedir (Nalbandian ve ark. 1960) ve bu apikal bölgede kanal dolgu patlarının penetrasyon miktarının düşük olmasının sebeplerinden biri olarak düşünülmektedir.

Özetle, kanal dolgu patları kanal tedavisinde halen vazgeçilmez unsurlardan biridir ve geliştirilmeye devam etmektedir. Çalışmada kullandığımız MTA içerikli kanal dolgu patı olan MTA Fillapex henüz yaygın bir klinik kullanıma sahip değildir. Çalışmada antimikrobiyal etkinlik açısından klinik kullanımı yaygın olan ve antimikrobiyal etkinliğinin yüksek olduğu bilinen AH 26 ve RealSeal kanal dolgu patları ile genel anlamda yakın sonuçlar gösterebildiği, AH Plus kanal dolgu patına yapılan testlerin bir kısmında üstünlük sağladığı göze çarpmaktadır. Yapılan antibakteriyel ve antifungal etkinlik testlerinde endodontide sıklıkla karşılaşılan mikroorganizmalara karşı her iki özelliğinin de tatmin edici seviyede olduğu gözlenmiştir. Dentin tübüllerine penetrasyon çalışmalarında resin esaslı ve metakrilat resin esaslı kanal dolgu patlarının penetrasyon derinliğinin iyi olduğundan söz edilmektedir. Bu çalışmada MTA Fillapex kanal dolgu patının penetrasyon yeteneği

açısından diğer patlarla benzer penetrasyon derinliği gösterdiğine ve rezin esaslı diğer kanal dolgu patları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığına dair bulgular elde edilmiştir.

Sonuç olarak, yeni geliştirilen kanal dolgu patlarının klinik kullanımının yaygınlaşmasında fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelendiği pek çok çalışmaya gereksinim vardır. Çalışmamızda antimikrobiyal etkinlik ve tübül penetrasyonu açısından MTA Fillapex kanal dolgu patının klinik kullanımının yaygınlaşabilmesi için kabul edilebilir değerlere sahip olduğu ve alternatif bir pat olma özelliği taşıdığı kanısına varılabilmektedir. Ancak bu konudaki çalışmalar henüz sınırlı sayıda olduğu için hem *in vivo* hem *iv vitro* daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

## 5 KAYNAKLAR

- ABOU-RASS M, OGLESBY SW. (1981) The effects of temperature, concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. *J Endod*,7,376-377.
- AL-HEZAIMI K, AL-HAMDAN K, NAGHSHBANDI J, OGLESBY S, SIMON JH, ROTSTEIN I. (2005) Effect of white-colored mineral trioxide aggregate in different concentrations on *Candida albicans* in vitro. *J Endod*,31,684-686.
- AL-HEZAIMI K, NAGHSHBANDI J, OGLESBY S, SIMON JH, ROTSTEIN I. (2006a) Comparison of antifungal activity of white-colored and gray-colored mineral trioxide aggregate (MTA) at similar concentrations against *Candida albicans*. *J Endod*,32,365-367.
- AL-HEZAIMI K, AL-SHALAN TA, NAGHSHBANDI J, OGLESBY S, SIMON JH, ROTSTEIN I. (2006b) Antibacterial effect of two mineral trioxide aggregate (MTA) preparations against *Enterococcus faecalis* and *Streptococcus sanguis* in vitro. *J Endod*,32,1053-1056.
- AL-HEZAIMI K, AL-SHALAN TA, NAGHSHBANDI J, SIMON JH, ROTSTEIN I. (2009) MTA preparations from different origins may vary in their antimicrobial activity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,107,e85-88.
- AL-KHATIB ZZ, BAUM RH, MORSE DR, YESILSOY C, BHAMBHANI S, FURST ML. (1990) The antimicrobial effect of various endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*,70,784-790.
- AL-NAZHAN S, AL-JUDAI A. (2003) Evaluation of antifungal activity of mineral trioxide aggregate. *J Endod*,29,826-827.
- ALACAM T. (2012a) Kök kanallarının irrigasyonu, In: *Endodonti*, Ankara. p: 529-588.
- ALACAM T. (2012b) Kök kanallarının doldurulmasında kullanılan patlar, In: *Endodonti*, Ankara. p: 769-828.
- ALLAN NA, WALTON RC, SCHAEFFER MA. (2001) Setting times for endodontic sealers under clinical usage and in vitro conditions. *J Endod*,27,421-423.

- AMIN SA, SEYAM RS, EL-SAMMAN MA. (2012) The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer. *J Endod*,38,696-699.
- AMOROSO-SILVA PA, GUIMARAES BM, MARCIANO MA, DUARTE MA, CAVENAGO BC, ORDINOLA-ZAPATA R, DE ALMEIDA MM, DE MORAES IG. (2014) Microscopic analysis of the quality of obturation and physical properties of MTA Fillapex. *Microsc Res Tech*.
- ANDO N, HOSHINO E. (1990) Predominant obligate anaerobes invading the deep layers of root canal dentin. *Int Endod J*,23,20-27.
- AQRABAWI J. (2000) Sealing ability of amalgam, super EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. *Br Dent J*,188,266-268.
- ARAKI K, SUDA H, SPANGBERG LS. (1994) Indirect longitudinal cytotoxicity of root canal sealers on L929 cells and human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod*,20,67-70.
- ARI H, ERDEMIR A, BELLI S. (2004) Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *J Endod*,30,792-795.
- ARIAS-MOLIZ MT, FERRER-LUQUE CM, ESPIGARES-RODRIGUEZ E, LIEBANA-URENA J, ESPIGARES-GARCIA M. (2008) Bactericidal activity of phosphoric acid, citric acid, and EDTA solutions against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,106,e84-89.
- ASGARY S, PARIROKH M, EGHBAL MJ, BRINK F. (2004) A comparative study of white mineral trioxide aggregate and white Portland cements using X-ray microanalysis. *Aust Endod J*,30,89-92.
- ASGARY S, KAMRANI FA. (2008) Antibacterial effects of five different root canal sealing materials. *J Oral Sci*,50,469-474.
- ASHMAN RB, PAPADIMITRIOU JM. (1995) Production and function of cytokines in natural and acquired immunity to *Candida albicans* infection. *Microbiol Rev*,59,646-672.
- ASSMANN E, SCARPARO RK, BOTTCHEER DE, GRECCA FS. (2012) Dentin bond strength of two mineral trioxide aggregate-based and one epoxy resin-based sealers. *J Endod*,38,219-221.

- AUGSBURGER RA, PETERS DD. (1990) Radiographic evaluation of extruded obturation materials. *J Endod*,16,492-497.
- AYDIN M. (2004) Tıp ve diş hekimliğinde genel ve özel mikrobiyoloji In: *Candida cinsi mantarlar*, A. T. Cengiz Ed.(Eds.). p: 1109-1117.
- BAER J, MAKI JS. (2010) In vitro evaluation of the antimicrobial effect of three endodontic sealers mixed with amoxicillin. *J Endod*,36,1170-1173.
- BAGG J, SILVERWOOD RW. (1986) Coagglutination reactions between *Candida albicans* and oral bacteria. *J Med Microbiol*,22,165-169.
- BALGUERIE E, VAN DER SLUIS L, VALLAEYS K, GURGEL-GEORGELIN M, DIEMER F. (2011) Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. *J Endod*,37,1576-1579.
- BALLAL NV, KANDIAN S, MALA K, BHAT KS, ACHARYA S. (2009) Comparison of the efficacy of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid in smear layer removal from instrumented human root canal: a scanning electron microscopic study. *J Endod*,35,1573-1576.
- BALLAL NV, YEGNESWARAN PP, MALA K, BHAT KS. (2011) In vitro antimicrobial activity of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid on endodontic pathogens. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,112,696-700.
- BARBOSA SV, SAFAVI KE, SPANGBERG SW. (1994) Influence of sodium hypochlorite on the permeability and structure of cervical human dentine. *Int Endod J*,27,309-312.
- BARKHORDAR RA. (1989) Evaluation of antimicrobial activity in vitro of ten root canal sealers on *Streptococcus sanguis* and *Streptococcus mutans*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*,68,770-772.
- BARNETT F, STEVENS R, TRONSTAD L. (1990) Demonstration of *Bacteroides intermedius* in periapical tissue using indirect immunofluorescence microscopy. *Endod Dent Traumatol*,6,153-156.
- BARROSO LDOS S, HABITANTE SM, JORGE AO, FARIA IDA S. (2004) Microorganisms growth in endodontic citric-acid solutions with and without microbiological stabilizer. *J Endod*,30,42-44.

- BARRY AL. (1976) Agar diffusion test: general considerations, In: The antimicrobial susceptibility test: principles and practices, A. L. Barry Ed.(Eds.), Lea & Febiger, Philadelphia. p: 63-213.
- BAUMGARTNER JC, WATTS CM, XIA T. (2000) Occurrence of *Candida albicans* in infections of endodontic origin. *J Endod*,26,695-698.
- BELLI S, OZCAN E, DERINBAY O, ELDENIZ AU. (2008) A comparative evaluation of sealing ability of a new, self-etching, dual-curable sealer: hybrid root SEAL (MetaSEAL). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,106,e45-52.
- BERARDINELLI S, OPHEIM DJ. (1985) New germ tube induction medium for the identification of *Candida albicans*. *J Clin Microbiol*,22,861-862.
- BERKİTEN R. (2005) *Staphylococcus*, In: *Tıbbi Mikrobiyoloji-2*, E. Bozkaya Ed.(Eds.), Nobel Tıp Kitabevleri. p: 3-11.
- BERNARDES RA, DE AMORIM CAMPELO A, JUNIOR DS, PEREIRA LO, DUARTE MA, MORAES IG, BRAMANTE CM. (2010) Evaluation of the flow rate of 3 endodontic sealers: Sealer 26, AH Plus, and MTA Obtura. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,109,e47-49.
- BIN CV, VALERA MC, CAMARGO SE, RABELO SB, SILVA GO, BALDUCCI I, CAMARGO CH. (2012) Cytotoxicity and genotoxicity of root canal sealers based on mineral trioxide aggregate. *J Endod*,38,495-500.
- BODRUMLU E, TUNGA U. (2007) Coronal sealing ability of a new root canal filling material. *J Can Dent Assoc*,73,623.
- BODRUMLU E. (2008) Biocompatibility of retrograde root filling materials: a review. *Aust Endod J*,34,30-35.
- BOGEN G, KUTTLER S. (2009) Mineral trioxide aggregate obturation: a review and case series. *J Endod*,35,777-790.
- BONSON S, JEANSONNE BG, LALLIER TE. (2004) Root-end filling materials alter fibroblast differentiation. *J Dent Res*,83,408-413.

- BOUILLAGUET S, WATAHA JC, LOCKWOOD PE, GALGANO C, GOLAY A, KREJCI I. (2004) Cytotoxicity and sealing properties of four classes of endodontic sealers evaluated by succinic dehydrogenase activity and confocal laser scanning microscopy. *Eur J Oral Sci*,112,182-187.
- BOUILLAGUET S, WATAHA JC, TAY FR, BRACKETT MG, LOCKWOOD PE. (2006) Initial in vitro biological response to contemporary endodontic sealers. *J Endod*,32,989-992.
- BOZEMAN TB, LEMON RR, ELEAZER PD. (2006) Elemental analysis of crystal precipitate from gray and white MTA. *J Endod*,32,425-428.
- BRANNSTROM M, NYBORG H. (1973) Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effect on the pulp. *J Prosthet Dent*,30,303-310.
- BRANNSTROM M, NORDENVALL KJ. (1978) Bacterial penetration, pulpal reaction and the inner surface of Concise enamel bond. Composite fillings in etched and unetched cavities. *J Dent Res*,57,3-10.
- BRANSTETTER J, VON FRAUNHOFER JA. (1982) The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. *J Endod*,8,312-316.
- BROOK I. (1986) Encapsulated anaerobic bacteria in synergistic infections. *Microbiol Rev*,50,452-457.
- BYSTROM A, CLAEISSON R, SUNDQVIST G. (1985) The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol*,1,170-175.
- CALDERONE R, SUZUKI S, CANNON R, CHO T, BOYD D, CALERA J, CHIBANA H, HERMAN D, HOLMES A, JENG HW, KAMINISHI H, MATSUMOTO T, MIKAMI T, O'SULLIVAN JM, SUDOH M, SUZUKI M, NAKASHIMA Y, TANAKA T, TOMPKINS GR, WATANABE T. (2000) *Candida albicans*: adherence, signaling and virulence. *Med Mycol*,38 Suppl 1,125-137.
- CALDERONE RA, FONZI WA. (2001) Virulence factors of *Candida albicans*. *Trends Microbiol*,9,327-335.
- CALT S, SERPER A. (1999) Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod*,25,431-433.
- CAMERON JA. (1983) The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. *J Endod*,9,289-292.



- CAMERON JA. (1987) The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *J Endod*,13,541-545.
- CAMILLERI J, MONTESIN FE, PAPAIOANNOU S, MCDONALD F, PITT FORD TR. (2004) Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*,37,699-704.
- CAMILLERI J. (2007) Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*,40,462-470.
- CARLSSON K, DANIELSSON P-E, LILJEBORG A, MAJLÖF L, LENZ R, ÅSLUND N. (1985) Three-dimensional microscopy using a confocal laser scanning microscope. *Opt Lett*,10,53-55.
- CARRIGAN PJ, MORSE DR, FURST ML, SINAI IH. (1984) A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. *J Endod*,10,359-363.
- CAVENAGO BC, DUARTE MA, ORDINOLA-ZAPATA R, MARCIANO MA, CARPIO-PEROCHENA AE, BRAMANTE CM. (2012) Interfacial adaptation of an epoxy-resin sealer and a self-etch sealer to root canal dentin using the System B or the single cone technique. *Braz Dent J*,23,205-211.
- CERGNEUX M, CIUCCHI B, DIETSCHI JM, HOLZ J. (1987) The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. *Int Endod J*,20,228-232.
- CHAFFIN WL, LOPEZ-RIBOT JL, CASANOVA M, GOZALBO D, MARTINEZ JP. (1998) Cell wall and secreted proteins of *Candida albicans*: identification, function, and expression. *Microbiol Mol Biol Rev*,62,130-180.
- CHANDRA SS, SHANKAR P, INDIRA R. (2012) Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: a confocal microscopic study. *J Endod*,38,1412-1416.
- CHEUNG GS, HO MW. (2001) Microbial flora of root canal-treated teeth associated with asymptomatic periapical radiolucent lesions. *Oral Microbiol Immunol*,16,332-337.
- COBANKARA FK, ALTINOZ HC, ERGANI O, KAV K, BELLI S. (2004) In vitro antibacterial activities of root-canal sealers by using two different methods. *J Endod*,30,57-60.
- CRUZ-FILHO AM, SOUSA-NETO MD, SAVIOLI RN, SILVA RG, VANSAN LP, PECORA JD. (2011) Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin. *J Endod*,37,358-362.

- ÇOĞULU D, UZEL A, ÖNÇAĞ Ö, AKSOY SC, ERONAT C. (2008) Süt ve kalıcı diş kök kanallarından izole edilen enterococcus faecalis'in antibiyotik duyarlılık profillerinin incelenmesi. Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi,2,39-44.
- DA SILVA LA, NELSON-FILHO P, FARIA G, DE SOUZA-GUGELMIN MC, ITO IY. (2006) Bacterial profile in primary teeth with necrotic pulp and periapical lesions. Braz Dent J,17,144-148.
- DAHLEN G, BERGENHOLTZ G. (1980) Endotoxic activity in teeth with necrotic pulps. J Dent Res,59,1033-1040.
- DALTON BC, ORSTAVIK D, PHILLIPS C, PETTIETTE M, TROPE M. (1998) Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. J Endod,24,763-767.
- DAMMASCHKE T, GERTH HU, ZUCHNER H, SCHAFER E. (2005) Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. Dent Mater,21,731-738.
- DANG DA, WALTON RE. (1989) Vertical root fracture and root distortion: effect of spreader design. J Endod,15,294-301.
- DANKNER E, FRIEDMAN S, STABHOLZ A. (1990) Bilateral C shape configuration in maxillary first molars. J Endod,16,601-603.
- DANLEY DL, POLAKOFF J. (1986) Rapid killing of monocytes in vitro by Candida albicans yeast cells. Infect Immun,51,307-313.
- DAVIS MC, WALTON RE, RIVERA EM. (2002) Sealer distribution in coronal dentin. J Endod,28,464-466.
- DE DEUS GA, GURGEL-FILHO ED, MANIGLIA-FERREIRA C, COUTINHO-FILHO T. (2004) The influence of filling technique on depth of tubule penetration by root canal sealer: a study using light microscopy and digital image processing. Aust Endod J,30,23-28.
- DE-DEUS G, PACIORNIK S, MAURICIO MH. (2006) Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. Int Endod J,39,401-407.
- DE DEUS QD. (1975) Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. J Endod,1,361-366.

- DE VASCONCELOS BC, BERNARDES RA, CRUZ SM, DUARTE MA, PADILHA PDE M, BERNARDINELI N, GARCIA RB, BRAMANTE CM, DE MORAES IG. (2009) Evaluation of pH and calcium ion release of new root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,108,135-139.
- DISTEL JW, HATTON JF, GILLESPIE MJ. (2002) Biofilm formation in medicated root canals. *J Endod*,28,689-693.
- DONGARI-BAGTZOGLOU A, WEN K, LAMSTER IB. (1999) *Candida albicans* triggers interleukin-6 and interleukin-8 responses by oral fibroblasts in vitro. *Oral Microbiol Immunol*,14,364-370.
- DONLAN RM. (2001) Biofilm formation: a clinically relevant microbiological process. *Clin Infect Dis*,33,1387-1392.
- DONLAN RM, COSTERTON JW. (2002) Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev*,15,167-193.
- DRAKE DR, WIEMANN AH, RIVERA EM, WALTON RE. (1994) Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *J Endod*,20,78-82.
- DUPONT B, GRAYBILL JR, ARMSTRONG D, LAROCHE R, TOUZE JE, WHEAT LJ. (1992) Fungal infections in AIDS patients. *J Med Vet Mycol*,30 Suppl 1,19-28.
- ECONOMIDES N, LIOLIOS E, KOLOKURIS I, BELTES P. (1999) Long-term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. *J Endod*,25,123-125.
- ECONOMIDES N, PANTELIDOU O, KOKKAS A, TZIAFAS D. (2003) Short-term periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate (MTA) as root-end filling material. *Int Endod J*,36,44-48.
- EL SAYED MA, TALEB AA, BALBAHAITH MS. (2013) Sealing ability of three single-cone obturation systems: An in-vitro glucose leakage study. *J Conserv Dent*,16,489-493.
- ELDENIZ AU, ERDEMIR A, BELLI S. (2005) Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin. *J Endod*,31,107-110.
- ELDENIZ AU, HADIMLI HH, ATAOGU H, ORSTAVIK D. (2006) Antibacterial effect of selected root-end filling materials. *J Endod*,32,345-349.

- EMMANUEL S, SHANTARAM K, SUSHIL KC, MANOJ L. (2013) An In-Vitro Evaluation and Comparison of Apical Sealing Ability of Three Different Obturation Technique - Lateral Condensation, Obtura II, and Thermafil. *J Int Oral Health*,5,35-43.
- ERICKSON RL. (1992) Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper Dent*,Suppl 5,81-94.
- ESTRELA C, BAMMANN LL, ESTRELA CR, SILVA RS, PECORA JD. (2000) Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent J*,11,3-9.
- EVANS JT, SIMON JH. (1986) Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized Gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *J Endod*,12,100-107.
- EVANS M, DAVIES JK, SUNDQVIST G, FIGDOR D. (2002) Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J*,35,221-228.
- FABRICIUS L, DAHLEN G, OHMAN AE, MOLLER AJ. (1982a) Predominant indigenous oral bacteria isolated from infected root canals after varied times of closure. *Scand J Dent Res*,90,134-144.
- FABRICIUS L, DAHLEN G, HOLM SE, MOLLER AJ. (1982b) Influence of combinations of oral bacteria on periapical tissues of monkeys. *Scand J Dent Res*,90,200-206.
- FERNANDEZ-YANEZ SANCHEZ A, LECO-BERROCAL MI, MARTINEZ-GONZALEZ JM. (2008) Metaanalysis of filler materials in periapical surgery. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*,13,E180-185.
- FERRARI M, MANNOCCI F, VICHI A, CAGIDIACO MC, MJOR IA. (2000) Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent*,13,255-260.
- FIDALGO TK, BARCELOS R, PORTELA MB, SOARES RM, GLEISER R, SILVA-FILHO FC. (2010) Inhibitory activity of root canal irrigants against *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*. *Braz Oral Res*,24,406-412.
- FIGDOR D. (2004) Microbial aetiology of endodontic treatment failure and pathogenic properties of selected species. *Aust Endod J*,30,11-14.
- FOSTER KH, KULILD JC, WELLER RN. (1993) Effect of smear layer removal on the diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. *J Endod*,19,136-140.

- FRAIS S, NG YL, GULABIVALA K. (2001) Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *Int Endod J*,34,206-215.
- FUNTEAS UR, WALLACE JA, FOCHTMAN EW. (2003) A comparative analysis of Mineral Trioxide Aggregate and Portland cement. *Aust Endod J*,29,43-44.
- FUSS Z, CHARNIAQUE O, PILO R, WEISS E. (2000) Effect of various mixing ratios on antibacterial properties and hardness of endodontic sealers. *J Endod*,26,519-522.
- GALVAN DA, CIARLONE AE, PASHLEY DH, KULILD JC, PRIMACK PD, SIMPSON MD. (1994) Effect of smear layer removal on the diffusion permeability of human roots. *J Endod*,20,83-86.
- GARBEROGLIO R, BRANNSTROM M. (1976) Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol*,21,355-362.
- GEORGE S, KISHEN A, SONG KP. (2005) The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis*. *J Endod*,31,867-872.
- GETTLEMAN BH, MESSER HH, ELDEEB ME. (1991) Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *J Endod*,17,15-20.
- GHARIB SR, TORDIK PA, IMAMURA GM, BAGINSKI TA, GOODELL GG. (2007) A confocal laser scanning microscope investigation of the epiphany obturation system. *J Endod*,33,957-961.
- GIBBY S, WONG Y, KULILD J, WILLIAMS K, YAO X, WALKER M. (2011) Novel methodology to evaluate the effect of residual moisture on epoxy resin sealer/dentine interface: a pilot study. *International Endodontic Journal*,44,236-244.
- GILBERT DB, GERMAINE GR, JENSEN JR. (1978) Inactivation by saliva and serum of the antimicrobial activity of some commonly used root canal sealer cements. *J Endod*,4,100-105.
- GILHOOLY RM, HAYES SJ, BRYANT ST, DUMMER PM. (2001) Comparison of lateral condensation and thermomechanically compacted warm alpha-phase gutta-percha with a single cone for obturating curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,91,89-94.
- GILMORE MS. (2002) *The enterococci : pathogenesis, molecular biology, and antibiotic resistance* ASM Press ; [Oxford : Blackwell] [distributor], Washington, D.C.

- GOLDBERG F, ABRAMOVICH A. (1977) Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. *J Endod*,3,101-105.
- GOLDMAN LB, GOLDMAN M, KRONMAN JH, LIN PS. (1981) The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*,52,197-204.
- GOMES-FILHO JE, WATANABE S, BERNABE PF, DE MORAES COSTA MT. (2009) A mineral trioxide aggregate sealer stimulated mineralization. *J Endod*,35,256-260.
- GOMES-FILHO JE, WATANABE S, LODI CS, CINTRA LT, NERY MJ, FILHO JA, DEZAN E, JR., BERNABE PF. (2012) Rat tissue reaction to MTA FILLAPEX(R). *Dent Traumatol*,28,452-456.
- GOMES BP, FERRAZ CC, VIANNA ME, BERBER VB, TEIXEIRA FB, SOUZA-FILHO FJ. (2001) In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*,34,424-428.
- GOMES BP, PEDROSO JA, JACINTO RC, VIANNA ME, FERRAZ CC, ZAIA AA, DE SOUZA-FILHO FJ. (2004) In vitro evaluation of the antimicrobial activity of five root canal sealers. *Braz Dent J*,15,30-35.
- GOMES BP, PINHEIRO ET, SOUSA EL, JACINTO RC, ZAIA AA, FERRAZ CC, DE SOUZA-FILHO FJ. (2006) *Enterococcus faecalis* in dental root canals detected by culture and by polymerase chain reaction analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,102,247-253.
- GOMES BP, PINHEIRO ET, JACINTO RC, ZAIA AA, FERRAZ CC, SOUZA-FILHO FJ. (2008) Microbial analysis of canals of root-filled teeth with periapical lesions using polymerase chain reaction. *J Endod*,34,537-540.
- GORDUYSUS M, AVCU N, GORDUYSUS O, PEKEL A, BARAN Y, AVCU F, URAL AU. (2007) Cytotoxic effects of four different endodontic materials in human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod*,33,1450-1454.
- GROSSMAN LI. (1955) *Root Canal Therapy ... Fourth edition, etc pp. 399.* Henry Kimpton: London; printed in America.
- GUINESI AS, FARIA G, TANOMARU-FILHO M, BONETTI-FILHO I. (2014) Influence of sealer placement technique on the quality of root canal filling by lateral compaction or single cone. *Braz Dent J*,25,117-122.

- GUVEN G, CEHRELI ZC, URAL A, SERDAR MA, BASAK F. (2007) Effect of mineral trioxide aggregate cements on transforming growth factor beta1 and bone morphogenetic protein production by human fibroblasts in vitro. *J Endod*,33,447-450.
- HAAPASALO M, ORSTAVIK D. (1987) In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res*,66,1375-1379.
- HAHN CL, FALKLER WA, JR., MINAH GE. (1991) Microbiological studies of carious dentine from human teeth with irreversible pulpitis. *Arch Oral Biol*,36,147-153.
- HANCOCK HH, 3RD, SIGURDSSON A, TROPE M, MOISEIWITSCH J. (2001) Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,91,579-586.
- HARGREAVES KM, COHEN S, BERMAN LH. (2011) Cohen's pathways of the pulp. 10th ed. ed. Mosby, St. Louis.
- HATA G, KAWAZOE S, TODA T, WEINE FS. (1992) Sealing ability of Thermafil with and without sealer. *J Endod*,18,322-326.
- HAUMAN CH, LOVE RM. (2003) Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 2. Root-canal-filling materials. *Int Endod J*,36,147-160.
- HAYNES K. (2001) Virulence in *Candida* species. *Trends Microbiol*,9,591-596.
- HAZNEDAROĞLU F. (2003) Efficacy of various concentrations of citric acid at different pH values for smear layer removal. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*,96,340-344.
- HEIL J, REIFFERSCHIED G, WALDMANN P, LEYHAUSEN G, GEURTSSEN W. (1996) Genotoxicity of dental materials. *Mutat Res*,368,181-194.
- HELING I, CHANDLER NP. (1996) The antimicrobial effect within dentinal tubules of four root canal sealers. *J Endod*,22,257-259.
- HELING I, CHANDLER NP. (1998) Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *Int Endod J*,31,8-14.

- HOLLAND R, DE SOUZA V, NERY MJ, OTOBONI FILHO JA, BERNABE PF, DEZAN JUNIOR E. (1999a) Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *J Endod*,25,161-166.
- HOLLAND R, DE SOUZA V, NERY MJ, OTOBONI FILHO JA, BERNABE PF, DEZAN JUNIOR E. (1999b) Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J Endod*,25,728-730.
- HOLLAND R, FILHO JA, DE SOUZA V, NERY MJ, BERNABE PF, JUNIOR ED. (2001a) Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations. *J Endod*,27,281-284.
- HOLLAND R, DE SOUZA V, NERY MJ, FARACO JUNIOR IM, BERNABE PF, OTOBONI FILHO JA, DEZAN JUNIOR E. (2001b) Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. *Braz Dent J*,12,3-8.
- HOLLAND R, MAZUQUELI L, DE SOUZA V, MURATA SS, DEZAN JUNIOR E, SUZUKI P. (2007) Influence of the type of vehicle and limit of obturation on apical and periapical tissue response in dogs' teeth after root canal filling with mineral trioxide aggregate. *J Endod*,33,693-697.
- HOLMES AR, GOPAL PK, JENKINSON HF. (1995) Adherence of *Candida albicans* to a cell surface polysaccharide receptor on *Streptococcus gordonii*. *Infect Immun*,63,1827-1834.
- HOLT DM, WATTS JD, BEESON TJ, KIRKPATRICK TC, RUTLEDGE RE. (2007) The anti-microbial effect against enterococcus faecalis and the compressive strength of two types of mineral trioxide aggregate mixed with sterile water or 2% chlorhexidine liquid. *J Endod*,33,844-847.
- HORSTED-BINDSLEV P, ANDERSEN MA, JENSEN MF, NILSSON JH, WENZEL A. (2007) Quality of molar root canal fillings performed with the lateral compaction and the single-cone technique. *J Endod*,33,468-471.
- HORVATH LL, HOSPENTHAL DR, MURRAY CK, DOOLEY DP. (2003) Direct isolation of *Candida* spp. from blood cultures on the chromogenic medium CHROMagar *Candida*. *J Clin Microbiol*,41,2629-2632.
- HOTTEL TL, EL-REFAI NY, JONES JJ. (1999) A comparison of the effects of three chelating agents on the root canals of extracted human teeth. *J Endod*,25,716-717.



- HUBBLE TS, HATTON JF, NALLAPAREDDY SR, MURRAY BE, GILLESPIE MJ. (2003) Influence of *Enterococcus faecalis* proteases and the collagen-binding protein, Ace, on adhesion to dentin. *Oral Microbiol Immunol*,18,121-126.
- HULSMANN M, HECKENDORFF M, LENNON A. (2003) Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*,36,810-830.
- INAN U, AYDIN C, TUNCA YM, BASAK F. (2009) In vitro evaluation of matched-taper single-cone obturation with a fluid filtration method. *J Can Dent Assoc*,75,123.
- IZUMI T, INOUE H, MATSUURA H, MUKAE F, OSOEGAWA H, HIRANO H, TAMURA N. (2001) Changes in the pattern of horseradish peroxidase diffusion into predentin and dentin after cavity preparation in rat molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,92,675-681.
- JAWETZ E, MELNICK JL, ADELBERG EA. (2010) The Staphylococci, In: *Review of Medical Microbiology*, E. Jawetz, ve ark. Ed.(Eds.), China. p: 199-209.
- JENKINSON HF, LALA HC, SHEPHERD MG. (1990) Coaggregation of *Streptococcus sanguis* and other streptococci with *Candida albicans*. *Infect Immun*,58,1429-1436.
- KAKEHASHI S, STANLEY HR, FITZGERALD RJ. (1965) The Effects of Surgical Exposures of Dental Pulp in Germ-Free and Conventional Laboratory Rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*,20,340-349.
- KAMBURIS JJ, BARKER TH, BARFIELD RD, ELEAZER PD. (2003) Removal of organic debris from bovine dentin shavings. *J Endod*,29,559-561.
- KARA TUNCER A, TUNCER S. (2012) Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer. *J Endod*,38,860-863.
- KAYAOGU G, ERTEN H, ALACAM T, ORSTAVIK D. (2005) Short-term antibacterial activity of root canal sealers towards *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*,38,483-488.
- KAZEMI RB, SAFAVI KE, SPANBERG LS. (1993) Dimensional changes of endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*,76,766-771.

- KAZOR CE, MITCHELL PM, LEE AM, STOKES LN, LOESCHE WJ, DEWHIRST FE, PASTER BJ. (2003) Diversity of bacterial populations on the tongue dorsa of patients with halitosis and healthy patients. *J Clin Microbiol*,41,558-563.
- KE D, PICARD FJ, MARTINEAU F, MENARD C, ROY PH, OUELLETTE M, BERGERON MG. (1999) Development of a PCR assay for rapid detection of enterococci. *J Clin Microbiol*,37,3497-3503.
- KEISER K, JOHNSON CC, TIPTON DA. (2000) Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod*,26,288-291.
- KETTERING JD, TORABINEJAD M. (1995) Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod*,21,537-542.
- KIM YK, GRANDINI S, AMES JM, GU L-S, KIM SK, PASHLEY DH, GUTMANN JL, TAY FR. (2010) Critical review on methacrylate resin-based root canal sealers. *J Endod*,36,383-399.
- KOCH MJ. (1999) Formaldehyde release from root-canal sealers: influence of method. *Int Endod J*,32,10-16.
- KOH ET, MCDONALD F, PITT FORD TR, TORABINEJAD M. (1998) Cellular response to Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod*,24,543-547.
- KOKKAS AB, BOUTSIUKIS A, VASSILIADIS LP, STAVRIANOS CK. (2004) The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *J Endod*,30,100-102.
- KOMABAYASHI T, SPANGBERG LS. (2008) Particle size and shape analysis of MTA finer fractions using Portland cement. *J Endod*,34,709-711.
- KOUVAS V, LIOLIOS E, VASSILIADIS L, PARISSIS-MESSIMERIS S, BOUTSIUKIS A. (1998) Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: an SEM study. *Endod Dent Traumatol*,14,191-195.
- KQIKU L, MILETIC I, GRUBER HJ, ANIC I, STADTLER P. (2010) [Microleakage of root canal fillings with GuttaFlow and Resilon compared with lateral condensation]. *Wien Med Wochenschr*,160,230-234.
- KUGA MC, CAMPOS EA, VISCARDI PH, CARRILHO PZ, XAVIER FC, SILVESTRE NP. (2011). *RSBO*,8,271-276.

- KVIST T, REIT C. (1999) Results of endodontic retreatment: a randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures. *J Endod*,25,814-817.
- KVIST T, REIT C. (2000) Postoperative discomfort associated with surgical and nonsurgical endodontic retreatment. *Endod Dent Traumatol*,16,71-74.
- LEE KW, WILLIAMS MC, CAMPS JJ, PASHLEY DH. (2002) Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod*,28,684-688.
- LEE SJ, MONSEF M, TORABINEJAD M. (1993) Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod*,19,541-544.
- LEONARDO MR, BEZERRA DA SILVA LA, FILHO MT, SANTANA DA SILVA R. (1999) Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,88,221-225.
- LERTCHIRAKARN V, PALAMARA JE, MESSER HH. (1999) Load and strain during lateral condensation and vertical root fracture. *J Endod*,25,99-104.
- LESTER KS, BOYDE A. (1977) Scanning electron microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals. *Br Dent J*,143,359-367.
- LOVE RM. (2001) Enterococcus faecalis--a mechanism for its role in endodontic failure. *Int Endod J*,34,399-405.
- LOVE RM, JENKINSON HF. (2002) Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. *Crit Rev Oral Biol Med*,13,171-183.
- LUO G, MITCHELL TG. (2002) Rapid identification of pathogenic fungi directly from cultures by using multiplex PCR. *J Clin Microbiol*,40,2860-2865.
- MADANI ZS, SEFIDGAR SA, RASHED MOHASEL A, ZABIHI E, MESGARANI A, BIJANI A, MIRI SS. (2014) Comparative evaluation of antimicrobial activity of two root canal sealers: MTA Fillapex and AH 26. *Minerva Stomatol*,63,267-272.
- MADER CL, BAUMGARTNER JC, PETERS DD. (1984) Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod*,10,477-483.

- MAEKAWA LE, NASSRI MR, ISHIKAWA CK, MARTINS C, CHUNG A, KOGA-ITO CY. (2012) In vitro antimicrobial activity of AH Plus, EndoREZ and Epiphany against microorganisms. *Indian J Dent Res*,23,469-472.
- MAMOOTIL K, MESSER HH. (2007) Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *Int Endod J*,40,873-881.
- MANCINI M, ARMELLIN E, CASAGLIA A, CERRONI L, CIANCONI L. (2009) A comparative study of smear layer removal and erosion in apical intraradicular dentine with three irrigating solutions: a scanning electron microscopy evaluation. *J Endod*,35,900-903.
- MARSH P, MARTIN MV. (1999) *Oral microbiology*. 4th ed. ed. Wright, Oxford.
- MARSH PD. (2005) Dental plaque: biological significance of a biofilm and community life-style. *J Clin Periodontol*,32 Suppl 6,7-15.
- MARSHALL GW, JR. (1993) Dentin: microstructure and characterization. *Quintessence Int*,24,606-617.
- MASUDA YM, WANG X, HOSSAIN M, UNNO A, JAYAWARDENA JA, SAITO K, NAKAMURA Y, MATSUMOTO K. (2005) Evaluation of biocompatibility of mineral trioxide aggregate with an improved rabbit ear chamber. *J Oral Rehabil*,32,145-150.
- MATSUO T, SHIRAKAMI T, OZAKI K, NAKANISHI T, YUMOTO H, EBISU S. (2003) An immunohistological study of the localization of bacteria invading root pulpal walls of teeth with periapical lesions. *J Endod*,29,194-200.
- MATTIGATTI S, RATNAKAR P, MOTURI S, VARMA S, RAIRAM S. (2012) Antimicrobial effect of conventional root canal medicaments vs propolis against *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*. *J Contemp Dent Pract*,13,305-309.
- MATUSOW RJ. (1995) Endodontic cellulitis 'flare-up'. Case report. *Aust Dent J*,40,36-38.
- MCCOMB D, SMITH DC. (1975) A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod*,1,238-242.
- MCCOMB D, SMITH DC, BEAGRIE GS. (1976) The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation--a scanning electron microscopic study. *J Br Endod Soc*,9,11-18.

- MERYON SD, JOHNSON SG. (1989) The modified model cavity method for assessing antibacterial properties of dental restorative materials. *J Dent Res*,68,835-839.
- MERYON SD, BROOK AM. (1990) Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *Int Endod J*,23,196-202.
- MICHELICH VJ, SCHUSTER GS, PASHLEY DH. (1980) Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J Dent Res*,59,1398-1403.
- MICKEL AK, NGUYEN TH, CHOGLA S. (2003) Antimicrobial activity of endodontic sealers on *Enterococcus faecalis*. *J Endod*,29,257-258.
- MIKROBIYOLOJI.ORG. (2015) Bakteri Membranlarının Fonksiyonunu Bozanlar, Erişim:[<http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeKardes.aspx?F6E10F8892433CFFA79D6F5E6C1B43FF9919DDE3B9E607D2>], Erişim tarihi: 7 Mayıs 2015.
- MILETIC I, DEVCIC N, ANIC I, BORCIC J, KARLOVIC Z, OSMAK M. (2005) The cytotoxicity of RoekoSeal and AH plus compared during different setting periods. *J Endod*,31,307-309.
- MILLER WD. The micro-organisms of the human mouth; the local and general diseases which are caused by them. With an introductory essay by Klaus G. König Basel, New York.
- MIYAGAKI DC, DE CARVALHO EM, ROBAZZA CR, CHAVASCO JK, LEVORATO GL. (2006) In vitro evaluation of the antimicrobial activity of endodontic sealers. *Braz Oral Res*,20,303-306.
- MJOR IA, NORDAHL I. (1996) The density and branching of dentinal tubules in human teeth. *Arch Oral Biol*,41,401-412.
- MJOR IA, SMITH MR, FERRARI M, MANNOCCI F. (2001) The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J*,34,346-353.
- MOHAMMADI Z, MODARESI J, YAZDIZADEH M. (2006a) Evaluation of the antifungal effect of mineral trioxide aggregate materials. *Aust Endod J*,32,120-122.
- MOHAMMADI Z, KHADEMI AA, EZODDINI ARDAKANI F. (2006b) In vitro evaluation of antifungal effects of mineral trioxide aggregate and portland cement on *Candida albicans*. *Iran Endod J*,1,137-140.

- MOHAMMADI Z, YAZDIZADEH M. (2007) Evaluation of the antibacterial activity of new root canal sealers. *J Clin Dent*,18,70-72.
- MOHAMMADI Z, GIARDINO L, PALAZZI F, SHALAVI S. (2012) Antibacterial activity of a new mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. *Int Dent J*,62,70-73.
- MOLANDER A, REIT C, DAHLEN G, KVIST T. (1998) Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J*,31,1-7.
- MOLANDER A, REIT C, DAHLEN G. (1999) The antimicrobial effect of calcium hydroxide in root canals pretreated with 5% iodine potassium iodide. *Endod Dent Traumatol*,15,205-209.
- MONTICELLI F, SWORD J, MARTIN RL, SCHUSTER GS, WELLER RN, FERRARI M, PASHLEY DH, TAY FR. (2007) Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. *Int Endod J*,40,374-385.
- MORADI S, GHODDUSI J, FORGHANI M. (2009) Evaluation of dentinal tubule penetration after the use of dentin bonding agent as a root canal sealer. *J Endod*,35,1563-1566.
- MORGENTAL RD, VIER-PELISSER FV, OLIVEIRA SD, ANTUNES FC, COGO DM, KOPPER PM. (2011) Antibacterial activity of two MTA-based root canal sealers. *Int Endod J*,44,1128-1133.
- MORGENTAL RD, SINGH A, SAPPAL H, KOPPER PM, VIER-PELISSER FV, PETERS OA. (2013) Dentin Inhibits the Antibacterial Effect of New and Conventional Endodontic Irrigants. *J Endod*,39,406-410.
- MOSHONOV J, SION A, KASIRER J, ROTSTEIN I, STABHOLZ A. (1995) Efficacy of argon laser irradiation in removing intracanal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,79,221-225.
- MUNSON MA, PITT-FORD T, CHONG B, WEIGHTMAN A, WADE WG. (2002) Molecular and cultural analysis of the microflora associated with endodontic infections. *J Dent Res*,81,761-766.
- MURRAY BE. (1990) The life and times of the Enterococcus. *Clin Microbiol Rev*,3,46-65.
- NAGAS E, CEHRELI ZC, DURMAZ V, VALLITTU PK. (2009) Shear bond strength between a polyester-based root canal filling material and a methacrylate-based sealer with an intermediate layer of fiber-reinforced resin-based material. *J Adhes Dent*,11,325-330.

- NAGAS E, UYANIK MO, EYMIRLI A, CEHRELI ZC, VALLITTU PK, LASSILA LV, DURMAZ V. (2012) Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *J Endod*,38,240-244.
- NAIR PN, SJOGREN U, KREY G, KAHNBERG KE, SUNDQVIST G. (1990) Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod*,16,580-588.
- NALBANDIAN J, GONZALES F, SOGNAES RF. (1960) Sclerotic age changes in root dentin of human teeth as observed by optical, electron, and x-ray microscopy. *J Dent Res*,39,598-607.
- NAMAZIKHAH MS, NEKOOFAR MH, SHEYKHREZAE MS, SALARIYEH S, HAYES SJ, BRYANT ST, MOHAMMADI MM, DUMMER PM. (2008) The effect of pH on surface hardness and microstructure of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*,41,108-116.
- NAWAL RR, PARANDE M, SEHGAL R, NAIK A, RAO NR. (2011) A comparative evaluation of antimicrobial efficacy and flow properties for Epiphany, Gutttaflow and AH-Plus sealer. *Int Endod J*,44,307-313.
- NIU W, YOSHIOKA T, KOBAYASHI C, SUDA H. (2002) A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J*,35,934-939.
- O'SULLIVAN SM, HARTWELL GR. (2001) Obturation of a retained primary mandibular second molar using mineral trioxide aggregate: a case report. *J Endod*,27,703-705.
- ODDS FC. (1988) *Candida and candidosis*. 2nd ed. ed. Bailliere Tindall.
- OGUNTEBI BR. (1994) Dentine tubule infection and endodontic therapy implications. *Int Endod J*,27,218-222.
- OKSAN T, AKTENER BO, SEN BH, TEZEL H. (1993) The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J*,26,301-305.
- ONAL B, ERTL T, SIEBERT G, MULLER G. (1993) Preliminary report on the application of pulsed CO<sub>2</sub> laser radiation on root canals with AgCl fibers: a scanning and transmission electron microscopic study. *J Endod*,19,272-276.
- ORDINOLA-ZAPATA R, BRAMANTE CM, GRAEFF MS, DEL CARPIO PEROCHENA A, VIVAN RR, CAMARGO EJ, GARCIA RB, BERNARDINELI N, GUTMANN JL, DE MORAES IG. (2009) Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using

a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,108,450-457.

ORSTAVIK D. (1981) Antibacterial properties of root canal sealers, cements and pastes. *Int Endod J*,14,125-133.

ORSTAVIK D, HAAPASALO M. (1990) Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol*,6,142-149.

ORSTAVIK D, PITT FORD TR. (2008) *Essential endodontology : prevention and treatment of apical periodontitis*. 2nd ed. ed. Blackwell Munksgaard, Oxford.

OSORIO RM, HEFTI A, VERTUCCI FJ, SHAWLEY AL. (1998) Cytotoxicity of endodontic materials. *J Endod*,24,91-96.

OZCAN E, YULA E, ARSLANOGLU Z, INCI M. (2013) Antifungal activity of several root canal sealers against *Candida albicans*. *Acta Odontol Scand*,71,1481-1485.

OZDEMIR HO, OZCELIK B, KARABUCAK B, CEHRELI ZC. (2008) Calcium ion diffusion from mineral trioxide aggregate through simulated root resorption defects. *Dent Traumatol*,24,70-73.

OZTURK B, OZER F, BELLI S. (2004) An in vitro comparison of adhesive systems to seal pulp chamber walls. *Int Endod J*,37,297-306.

PANZARINI SR, HOLLAND R, DE SOUZA V, POI WR, SONODA CK, PEDRINI D. (2007) Mineral trioxide aggregate as a root canal filling material in reimplanted teeth. Microscopic analysis in monkeys. *Dent Traumatol*,23,265-272.

PARIROKH M, TORABINEJAD M. (2010) Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod*,36,16-27.

PASHLEY DH, MICHELICH V, KEHL T. (1981) Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent*,46,531-537.

PASHLEY DH. (1984) Smear layer: physiological considerations. *Oper Dent Suppl*,3,13-29.

PASHLEY DH. (1991) Clinical correlations of dentin structure and function. *J Prosthet Dent*,66,777-781.



- PASHLEY DH. (1996) Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Crit Rev Oral Biol Med*,7,104-133.
- PASTER BJ, BOCHES SK, GALVIN JL, ERICSON RE, LAU CN, LEVANOS VA, SAHASRABUDHE A, DEWHIRST FE. (2001) Bacterial diversity in human subgingival plaque. *J Bacteriol*,183,3770-3783.
- PATEL DV, SHERRIFF M, FORD TR, WATSON TF, MANNOCCI F. (2007) The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: a confocal microscopic study. *Int Endod J*,40,67-71.
- PAWLICKA H. (1982) [The use of chelating agents for widening of the root canals. Determination of microhardness]. *Stomatol DDR*,32,355-361.
- PECIULIENE V, REYNAUD AH, BALCIUNIENE I, HAAPASALO M. (2001) Isolation of yeasts and enteric bacteria in root-filled teeth with chronic apical periodontitis. *Int Endod J*,34,429-434.
- PEREZ F, CALAS P, DE FALGUEROLLES A, MAURETTE A. (1993) Migration of a *Streptococcus sanguis* strain through the root dentinal tubules. *J Endod*,19,297-301.
- PETERS LB, WESSELINK PR, BUIJS JF, VAN WINKELHOFF AJ. (2001a) Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *J Endod*,27,76-81.
- PETERS LB, VAN WINKELHOFF AJ, BUIJS JF, WESSELINK PR. (2002) Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions. *Int Endod J*,35,13-21.
- PETERS OA, LAIB A, GOHRING TN, BARBAKOW F. (2001b) Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod*,27,1-6.
- PETERS OA, PETERS CI, SCHONENBERGER K, BARBAKOW F. (2003) ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J*,36,93-99.
- PINHEIRO ET, GOMES BP, FERRAZ CC, SOUSA EL, TEIXEIRA FB, SOUZA-FILHO FJ. (2003) Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. *Int Endod J*,36,1-11.
- PITOUT E, OBERHOLZER TG. (2009) Leakage of teeth root-filled with GuttaFlow and a single GP cone compared to lateral condensation and warm vertical condensation. *SADJ*,64,104, 106-108.

- PITT FORD TR, TORABINEJAD M, MCKENDRY DJ, HONG CU, KARIYAWASAM SP. (1995) Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,79,756-763.
- PIZZO G, GIAMMANCO GM, CUMBO E, NICOLOSI G, GALLINA G. (2006) In vitro antibacterial activity of endodontic sealers. *J Dent*,34,35-40.
- POGGIO C, LOMBARDINI M, COLOMBO M, DAGNA A, SAINO E, ARCIOLA CR, VISAI L. (2011) Antibacterial effects of six endodontic sealers. *Int J Artif Organs*,34,908-913.
- POGGIO C, COLOMBO M, SCRIBANTE A, SFORZA D, BIANCHI S. (2012) In vitro antibacterial activity of different endodontic irrigants. *Dent Traumatol*,28,205-209.
- PORTENIER I, HAAPASALO H, RYE A, WALTIMO T, ORSTAVIK D, HAAPASALO M. (2001) Inactivation of root canal medicaments by dentine, hydroxylapatite and bovine serum albumin. *Int Endod J*,34,184-188.
- PRADO M, GUSMAN H, GOMES BP, SIMAO RA. (2011) Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in smear layer removal when compared with EDTA and citric acid. *J Endod*,37,255-258.
- PUMAROLA J, BERASTEGUI E, BRAU E, CANALDA C, DE ANTA M. (1992) Antimicrobial activity of seven root canal sealers: results of agar diffusion and agar dilution tests. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*,74,216-220.
- RAHIMI M, JAINAEN A, PARASHOS P, MESSER HH. (2009) Bonding of resin-based sealers to root dentin. *J Endod*,35,121-124.
- RAMACHANDRAN NAIR PN. (1987) Light and electron microscopic studies of root canal flora and periapical lesions. *J Endod*,13,29-39.
- RAWTIYA M, VERMA K, SINGH S, MUNUGA S, KHAN S. (2013) MTA-based root canal sealers. *J Orfacial Research*,3(1),16-21.
- REGAN JD, GUTMANN JL, WITHERSPOON DE. (2002) Comparison of Diaket and MTA when used as root-end filling materials to support regeneration of the periradicular tissues. *Int Endod J*,35,840-847.

- ROBERTS HW, TOTH JM, BERZINS DW, CHARLTON DG. (2008) Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. *Dent Mater*,24,149-164.
- ROCAS IN, SIQUEIRA JF, JR., SANTOS KR. (2004a) Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod*,30,315-320.
- ROCAS IN, SIQUEIRA JF, JR., ABOIM MC, ROSADO AS. (2004b) Denaturing gradient gel electrophoresis analysis of bacterial communities associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,98,741-749.
- ROCAS IN, HULSMANN M, SIQUEIRA JF, JR. (2008) Microorganisms in root canal-treated teeth from a German population. *J Endod*,34,926-931.
- ROCAS IN, SIQUEIRA JF, JR. (2008) Root canal microbiota of teeth with chronic apical periodontitis. *J Clin Microbiol*,46,3599-3606.
- ROGGENDORF MJ, EBERT J, PETSCHERT A, FRANKENBERGER R. (2007) Influence of moisture on the apical seal of root canal fillings with five different types of sealer. *J Endod*,33,31-33.
- ROLPH HJ, LENNON A, RIGGIO MP, SAUNDERS WP, MACKENZIE D, COLDERO L, BAGG J. (2001) Molecular identification of microorganisms from endodontic infections. *J Clin Microbiol*,39,3282-3289.
- ROSENFELD EF, JAMES GA, BURCH BS. (1978) Vital pulp tissue response to sodium hypochlorite. *J Endod*,4,140-146.
- ROY D, CHOWDHURY F, SHAIK MM, ALAM MK. (2014) Apical sealing ability of resilon/epiphany system. *Dent Res J (Isfahan)*,11,222-227.
- RUTALA WA, WEBER DJ. (1997) Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. *Clin Microbiol Rev*,10,597-610.
- SAKAMOTO M, SIQUEIRA JF, JR., ROCAS IN, BENNO Y. (2008) Molecular analysis of the root canal microbiota associated with endodontic treatment failures. *Oral Microbiol Immunol*,23,275-281.
- SALEH IM, RUYTER IE, HAAPASALO M, ORSTAVIK D. (2004) Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro. *Int Endod J*,37,193-198.

- SALLES LP, GOMES-CORNELIO AL, GUIMARAES FC, HERRERA BS, BAO SN, ROSSA-JUNIOR C, GUERREIRO-TANOMARU JM, TANOMARU-FILHO M. (2012) Mineral trioxide aggregate-based endodontic sealer stimulates hydroxyapatite nucleation in human osteoblast-like cell culture. *J Endod*,38,971-976.
- SANTOS AD, MORAES JC, ARAUJO EB, YUKIMITU K, VALERIO FILHO WV. (2005) Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *Int Endod J*,38,443-447.
- SARKAR NK, CAICEDO R, RITWIK P, MOISEYEVA R, KAWASHIMA I. (2005) Physiochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod*,31,97-100.
- SAUNDERS WP, SAUNDERS EM. (1992) The effect of smear layer upon the coronal leakage of gutta-percha fillings and a glass ionomer sealer. *Int Endod J*,25,245-249.
- SCHELLENBERG U, KREY G, BOSSHARDT D, NAIR PN. (1992) Numerical density of dentinal tubules at the pulpal wall of human permanent premolars and third molars. *J Endod*,18,104-109.
- SCHILDER H. (1974) Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*,18,269-296.
- SCHWARTZ RS. (2006) Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system-the promise and the problems: a review. *J Endod*,32,1125-1134.
- SEDGLEY CM, LENNAN SL, APPELBE OK. (2005) Survival of *Enterococcus faecalis* in root canals ex vivo. *Int Endod J*,38,735-742.
- SEDGLEY C, NAGEL A, DAHLEN G, REIT C, MOLANDER A. (2006) Real-time quantitative polymerase chain reaction and culture analyses of *Enterococcus faecalis* in root canals. *J Endod*,32,173-177.
- SEN BH, PISKIN B, DEMIRCI T. (1995) Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM. *Endod Dent Traumatol*,11,6-9.
- SEN BH, PISKIN B, BARAN N. (1996) The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. *Int Endod J*,29,23-28.
- SEN BH, SAFAVI KE, SPANGBERG LS. (1997a) Colonization of *Candida albicans* on cleaned human dental hard tissues. *Arch Oral Biol*,42,513-520.

- SEN BH, SAFAVI KE, SPANGBERG LS. (1997b) Growth patterns of *Candida albicans* in relation to radicular dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,84,68-73.
- SEN BH, SAFAVI KE, SPANGBERG LS. (1999) Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canals. *J Endod*,25,235-238.
- SEN BH, CHUGAL NM, LIU H, FLEISCHMANN J. (2003) A new method for studying the adhesion of *Candida albicans* to dentin in the presence or absence of smear layer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,96,201-206.
- SEN BH, ERTURK O, PISKIN B. (2009) The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,108,622-627.
- SEN BH. (2010) Kök kanal enfeksiyonları ve güncel irrigasyon yöntemleri. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci-Special Topics*,3,24-32.
- SEVILLA MJ, ODDS FC. (1986) Development of *Candida albicans* hyphae in different growth media--variations in growth rates, cell dimensions and timing of morphogenetic events. *J Gen Microbiol*,132,3083-3088.
- SEVIMAY S, DALAT D. (2003) Evaluation of penetration and adaptation of three different sealers: a SEM study. *J Oral Rehabil*,30,951-955.
- SHABAHANG S, TORABINEJAD M. (2003) Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth. *J Endod*,29,576-579.
- SHAHRAVAN A, HAGHDOOST AA, ADL A, RAHIMI H, SHADIFAR F. (2007) Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *J Endod*,33,96-105.
- SHALHAV M, FUSS Z, WEISS EI. (1997) In vitro antibacterial activity of a glass ionomer endodontic sealer. *J Endod*,23,616-619.
- SHENOY A, AHMADUDDIN, BOLLA N, RAJ S, MANDAVA P, NAYAK S. (2014) Effect of final irrigating solution on smear layer removal and penetrability of the root canal sealer. *J Conserv Dent*,17,40-44.
- SHIPPER G, TROPE M. (2004) In vitro microbial leakage of endodontically treated teeth using new and standard obturation techniques. *J Endod*,30,154-158.

- SHIPPER G, ORSTAVIK D, TEIXEIRA FB, TROPE M. (2004) An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod*,30,342-347.
- SHOKOUHINEJAD N, SABETI M, GORJESTANI H, SAGHIRI MA, LOTFI M, HOSEINI A. (2011) Penetration of Epiphany, Epiphany self-etch, and AH Plus into dentinal tubules: a scanning electron microscopy study. *J Endod*,37,1316-1319.
- SHOVELTON DH. (1964) The presence and distribution of microorganisms within non-vital teeth. *Br Dent J*,117,101-107.
- SHRESTHA D, WEI X, WU WC, LING JQ. (2010) Resilon: a methacrylate resin-based obturation system. *J Dent Sci*,5,47-52.
- SILVA EJ, SANTOS CC, ZAIA AA. (2013) Long-term cytotoxic effects of contemporary root canal sealers. *J Appl Oral Sci*,21,43-47.
- SILVA EJ, HERRERA DR, ROSA TP, DUQUE TM, JACINTO RC, GOMES BP, ZAIA AA. (2014) Evaluation of cytotoxicity, antimicrobial activity and physicochemical properties of a calcium aluminate-based endodontic material. *J Appl Oral Sci*,22,61-67.
- SINGH CV, RAO SA, CHANDRASHEKAR V. (2012) An in vitro comparison of penetration depth of two root canal sealers: An SEM study. *J Conserv Dent*,15,261-264.
- SIQUEIRA JF, JR., DE UZEDA M, FONSECA ME. (1996) A scanning electron microscopic evaluation of in vitro dentinal tubules penetration by selected anaerobic bacteria. *J Endod*,22,308-310.
- SIQUEIRA JF, JR., MACHADO AG, SILVEIRA RM, LOPES HP, DE UZEDA M. (1997) Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro. *Int Endod J*,30,279-282.
- SIQUEIRA JF, JR., ROCAS IN, FAVIERI A, LIMA KC. (2000a) Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod*,26,331-334.
- SIQUEIRA JF, JR., FAVIERI A, GAHYVA SM, MORAES SR, LIMA KC, LOPES HP. (2000b) Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. *J Endod*,26,274-277.

- SIQUEIRA JF, JR. (2002) Endodontic infections: concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,94,281-293.
- SIQUEIRA JF, ROCAS IN, MORAES SR, SANTOS KR. (2002a) Direct amplification of rRNA gene sequences for identification of selected oral pathogens in root canal infections. *Int Endod J*,35,345-351.
- SIQUEIRA JF, JR., ROCAS IN, LOPES HP. (2002b) Patterns of microbial colonization in primary root canal infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,93,174-178.
- SIQUEIRA JF, JR., ROCAS IN. (2003) PCR methodology as a valuable tool for identification of endodontic pathogens. *J Dent*,31,333-339.
- SIQUEIRA JF, JR., SEN BH. (2004) Fungi in endodontic infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,97,632-641.
- SIQUEIRA JF, JR., ROCAS IN, ROSADO AS. (2004) Investigation of bacterial communities associated with asymptomatic and symptomatic endodontic infections by denaturing gradient gel electrophoresis fingerprinting approach. *Oral Microbiol Immunol*,19,363-370.
- SIQUEIRA JF, JR., ROCAS IN. (2005) Uncultivated phylotypes and newly named species associated with primary and persistent endodontic infections. *J Clin Microbiol*,43,3314-3319.
- SIREN EK, HAAPASALO MP, RANTA K, SALMI P, KEROSUO EN. (1997) Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. *Int Endod J*,30,91-95.
- SJOGREN U, FIGDOR D, PERSSON S, SUNDQVIST G. (1997) Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J*,30,297-306.
- SLOTS J, TAUBMAN MA. (1992) *Contemporary oral microbiology and immunology* Mosby.
- SLUTZKY-GOLDBERG I, SLUTZKY H, SOLOMONOV M, MOSHONOV J, WEISS EI, MATALON S. (2008) Antibacterial properties of four endodontic sealers. *J Endod*,34,735-738.
- SOUSA CJ, MONTES CR, PASCON EA, LOYOLA AM, VERSIANI MA. (2006) Comparison of the intraosseous biocompatibility of AH Plus, EndoREZ, and Epiphany root canal sealers. *J Endod*,32,656-662.

- SPANGBERG L, ENGSTROM B, LANGELAND K. (1973) Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*,36,856-871.
- SPANGBERG LS, BARBOSA SV, LAVIGNE GD. (1993) AH 26 releases formaldehyde. *J Endod*,19,596-598.
- SPANGBERG L, HAAPASALO M. (2002) Rationale and efficacy of root canal medicaments and root filling materials with emphasis on treatment outcome. *Endod. Topic*,2,35-58.
- SPANO JC, SILVA RG, GUEDES DF, SOUSA-NETO MD, ESTRELA C, PECORA JD. (2009) Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. *J Endod*,35,727-730.
- STEWART PS, COSTERTON JW. (2001) Antibiotic resistance of bacteria in biofilms. *Lancet*,358,135-138.
- STOWE TJ, SEDGLEY CM, STOWE B, FENNO JC. (2004) The effects of chlorhexidine gluconate (0.12%) on the antimicrobial properties of tooth-colored ProRoot mineral trioxide aggregate. *J Endod*,30,429-431.
- STUART CH, SCHWARTZ SA, BEESON TJ, OWATZ CB. (2006) Enterococcus faecalis: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod*,32,93-98.
- SUNDQVIST G. (1992) Ecology of the root canal flora. *J Endod*,18,427-430.
- SUNDQVIST G, FIGDOR D, PERSSON S, SJOGREN U. (1998) Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,85,86-93.
- SUNDQVIST G, FIGDOR D. (2003) Life as an endodontic pathogen. Ecological differences between the untreated and root filled root canals. *Endod Topics*,6,3-28.
- SVENSATER G, BERGENHOLTZ G. (2004) Biofilm in endodontic infections. *Endod Topics*,9,27-36.
- TAKEDA FH, HARASHIMA T, KIMURA Y, MATSUMOTO K. (1998) Efficacy of Er:YAG laser irradiation in removing debris and smear layer on root canal walls. *J Endod*,24,548-551.
- TAKEDA FH, HARASHIMA T, KIMURA Y, MATSUMOTO K. (1999) A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. *Int Endod J*,32,32-39.



- TAKITA T, HAYASHI M, TAKEICHI O, OGISO B, SUZUKI N, OTSUKA K, ITO K. (2006) Effect of mineral trioxide aggregate on proliferation of cultured human dental pulp cells. *Int Endod J*,39,415-422.
- TANOMARU-FILHO M, TANOMARU JM, BARROS DB, WATANABE E, ITO IY. (2007) In vitro antimicrobial activity of endodontic sealers, MTA-based cements and Portland cement. *J Oral Sci*,49,41-45.
- TASDEMIR T, YESILYURT C, CEYHANLI KT, CELIK D, ER K. (2009) Evaluation of apical filling after root canal filling by 2 different techniques. *J Can Dent Assoc*,75,201a-201d.
- TAVARES CO, BOTTCHE DE, ASSMANN E, KOPPER PM, DE FIGUEIREDO JA, GRECCA FS, SCARPARO RK. (2013) Tissue reactions to a new mineral trioxide aggregate-containing endodontic sealer. *J Endod*,39,653-657.
- TAY FR, LOUSHINE RJ, LAMBRECHTS P, WELLER RN, PASHLEY DH. (2005a) Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod*,31,584-589.
- TAY FR, LOUSHINE RJ, MONTICELLI F, WELLER RN, BRESCHI L, FERRARI M, PASHLEY DH. (2005b) Effectiveness of resin-coated gutta-percha cones and a dual-cured, hydrophilic methacrylate resin-based sealer in obturating root canals. *J Endod*,31,659-664.
- TAY FR, HIRAIISHI N, PASHLEY DH, LOUSHINE RJ, WELLER RN, GILLESPIE WT, DOYLE MD. (2006) Bondability of Resilon to a methacrylate-based root canal sealer. *J Endod*,32,133-137.
- TAY FR, PASHLEY DH. (2007) Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod*,33,391-398.
- TAY FR, PASHLEY DH, RUEGGEBERG FA, LOUSHINE RJ, WELLER RN. (2007) Calcium phosphate phase transformation produced by the interaction of the portland cement component of white mineral trioxide aggregate with a phosphate-containing fluid. *J Endod*,33,1347-1351.
- TAYLOR HFW. (1997) *Cement chemistry*. 2nd ed. ed. Thomas Telford, London.
- TEWFIK HM, PASHLEY DH, HORNER JA, SHARAWY MM. (1993) Structural and functional changes in root dentin following exposure to KTP/532 laser. *J Endod*,19,492-497.

- THOM DC, DAVIES JE, SANTERRE JP, FRIEDMAN S. (2003) The hemolytic and cytotoxic properties of a zeolite-containing root filling material in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,95,101-108.
- TOBIAS RS, BROWNE RM, WILSON CA. (1985) Antibacterial activity of dental restorative materials. *Int Endod J*,18,161-171.
- TOBIAS RS. (1988) Antibacterial properties of dental restorative materials: a review. *Int Endod J*,21,155-160.
- TORABINEJAD M, WATSON TF, PITT FORD TR. (1993) Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod*,19,591-595.
- TORABINEJAD M, HIGA RK, MCKENDRY DJ, PITT FORD TR. (1994) Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod*,20,159-163.
- TORABINEJAD M, HONG CU, PITT FORD TR, KETTERING JD. (1995a) Antibacterial effects of some root end filling materials. *J Endod*,21,403-406.
- TORABINEJAD M, SMITH PW, KETTERING JD, PITT FORD TR. (1995b) Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod*,21,295-299.
- TORABINEJAD M, HONG CU, PITT FORD TR, KETTERING JD. (1995c) Cytotoxicity of four root end filling materials. *J Endod*,21,489-492.
- TORABINEJAD M, HANDYSIDES R, KHADEMI AA, BAKLAND LK. (2002) Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,94,658-666.
- TORABINEJAD M, SHABAHANG S, APRECIO RM, KETTERING JD. (2003a) The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *J Endod*,29,400-403.
- TORABINEJAD M, CHO Y, KHADEMI AA, BAKLAND LK, SHABAHANG S. (2003b) The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *J Endod*,29,233-239.
- TRONSTAD L, LANGELAND K. (1971) Effect of attrition on subjacent dentin and pulp. *J Dent Res*,50,1-30.

TRONSTAD L. (1973) Ultrastructural observations on human coronal dentin. *Scand J Dent Res*,81,101-111.

TUOMAS M, WALTIMO T, HAAPASALO H, ZEHNDER M, MEYER J. (2004) Clinical aspects related to endodontic yeast infection. *Endod. Topic*,9,66-78.

ÜSTÜN Y. (2011) Dört Farklı Döner Sistemle Yapılan Kök Kanal Preparasyonunun Epoksi Resin İçerikli Bir Patın Dentin Tübüllerine Penetrasyonuna Olan Etkisinin SEM Kullanılarak İncelenmesi. Doktora Tezi. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

VAJRABHAYA LO, KORSUWANAWONG S, JANTARAT J, KORRE S. (2006) Biocompatibility of furcal perforation repair material using cell culture technique: Ketac Molar versus ProRoot MTA. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,102,e48-50.

VAN MEERBEEK B, INOUE S, PERDIAGAO J, LAMBRECHTS P, VANHERLE G. (2001) Enamel and dentin adhesion., In: *Fundamentals of Operative Dentistry*, J. M. Robbins, ve ark. Ed.(Eds.), Quintessence Publishing Inc., Chicago. p: 178-221.

VASSILIADIS LP, SKLAVOUNOS SA, STAVRIANOS CK. (1994) Depth of penetration and appearance of Grossman sealer in the dentinal tubules: an in vivo study. *J Endod*,20,373-376.

VASSILIADIS L, LIOLIOS E, KOUVAS V, ECONOMIDES N. (1996) Effect of smear layer on coronal microleakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,82,315-320.

VERSIANI MA, CARVALHO-JUNIOR JR, PADILHA MI, LACEY S, PASCON EA, SOUSA-NETO MD. (2006) A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. *Int Endod J*,39,464-471.

VERTUCCI FJ. (1984) Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*,58,589-599.

VOJINOVIC O, NYBORG H, BRANNSTROM M. (1973) Acid treatment of cavities under resin fillings: bacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions. *J Dent Res*,52,1189-1193.

WALTIMO TM, SIREN EK, TORKKO HL, OLSEN I, HAAPASALO MP. (1997) Fungi in therapy-resistant apical periodontitis. *Int Endod J*,30,96-101.

- WALTIMO TM, ORSTAVIK D, SIREN EK, HAAPASALO MP. (2000) In vitro yeast infection of human dentin. *J Endod*,26,207-209.
- WALTIMO TM, SEN BH, MEURMAN JH, ORSTAVIK D, HAAPASALO MP. (2003) Yeasts in apical periodontitis. *Crit Rev Oral Biol Med*,14,128-137.
- WALTIMO TMT, HAAPASALO M, ZEHNDER M, MEYER J. (2004) Clinical aspects related to endodontic yeast infections. *Endod Topics*,9,66-78.
- WALTON RE. (1976) Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod*,2,304-311.
- WEIS MV, PARASHOS P, MESSER HH. (2004) Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *Int Endod J*,37,653-663.
- WEISS EI, SHALHAV M, FUSS Z. (1996) Assessment of antibacterial activity of endodontic sealers by a direct contact test. *Endod Dent Traumatol*,12,179-184.
- WELLER RN, TAY KC, GARRETT LV, MAI S, PRIMUS CM, GUTMANN JL, PASHLEY DH, TAY FR. (2008) Microscopic appearance and apical seal of root canals filled with gutta-percha and ProRoot Endo Sealer after immersion in a phosphate-containing fluid. *Int Endod J*,41,977-986.
- WHITE RR, GOLDMAN M, LIN PS. (1984) The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *J Endod*,10,558-562.
- WHITE RR, GOLDMAN M, LIN PS. (1987) The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. *J Endod*,13,369-374.
- WHITTEN BH, GARDINER DL, JEANSONNE BG, LEMON RR. (1996) Current trends in endodontic treatment: report of a national survey. *J Am Dent Assoc*,127,1333-1341.
- WILSON AD, KENT BE. (1972) A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J*,132,133-135.
- XU P, LIANG J, DONG G, ZHENG L, YE L. (2010) Cytotoxicity of RealSeal on human osteoblast-like MG63 cells. *J Endod*,36,40-44.

- YAMADA RS, ARMAS A, GOLDMAN M, LIN PS. (1983) A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod*,9,137-142.
- YANG SE, BAE KS. (2002) Scanning electron microscopy study of the adhesion of *Prevotella nigrescens* to the dentin of prepared root canals. *J Endod*,28,433-437.
- YASUDA Y, KAMAGUCHI A, SAITO T. (2008) In vitro evaluation of the antimicrobial activity of a new resin-based endodontic sealer against endodontic pathogens. *J Oral Sci*,50,309-313.
- YESILSOY C, WHITAKER E, CLEVELAND D, PHILLIPS E, TROPE M. (1995) Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. *J Endod*,21,513-515.
- YOSHIDA M, FUKUSHIMA H, YAMAMOTO K, OGAWA K, TODA T, SAGAWA H. (1987) Correlation between clinical symptoms and microorganisms isolated from root canals of teeth with periapical pathosis. *J Endod*,13,24-28.
- YUCEL AC, CIFTCI A. (2006) Effects of different root canal obturation techniques on bacterial penetration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*,102,e88-92.
- ZEHNDER M. (2006) Root canal irrigants. *J Endod*,32,389-398.
- ZHANG H, PAPPEN FG, HAAPASALO M. (2009a) Dentin enhances the antibacterial effect of mineral trioxide aggregate and bioaggregate. *J Endod*,35,221-224.
- ZHANG H, SHEN Y, RUSE ND, HAAPASALO M. (2009b) Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against *Enterococcus faecalis*. *J Endod*,35,1051-1055.
- ZIELINSKI TM, BAUMGARTNER JC, MARSHALL JG. (2008) An evaluation of Guttaflow and gutta-percha in the filling of lateral grooves and depressions. *J Endod*,34,295-298.
- ZMENER O, MARTINEZ LALIS R, PAMEIJER CH, CHAVES C, KOKUBU G, GRANA D. (2012) Reaction of rat subcutaneous connective tissue to a mineral trioxide aggregate-based and a zinc oxide and eugenol sealer. *J Endod*,38,1233-1238.
- ZOLETTI GO, SIQUEIRA JF, JR., SANTOS KR. (2006) Identification of *Enterococcus faecalis* in root-filled teeth with or without periradicular lesions by culture-dependent and-independent approaches. *J Endod*,32,722-726.

## 6 ÖZGEÇMİŞ

Ali TÜRKYILMAZ 01.01.1983 yılında Kırşehir’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kırşehir’de tamamladı. 2008 yılında Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden mezun oldu.

Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı’nda 2008 yılının kasım ayında araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2009 yılı güz döneminde Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Endodonti Anabilim Dalı’nda doktora öğrenimine başladı.