



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**GENİŞ APEKSLİ DİŞLERDE FARKLI DOLUM
MADDELERİNİN MİKROBİYAL SIZDIRMAZLIĞININ
İNCELENMESİ**

OKSANA OTURGAN
UZMANLIK TEZİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
PROF. DR. MAHİR GÜNDAY

2019-İSTANBUL

I.BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün sayfalarında etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilemeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakların da kaynaklar listesinde yer aldığını, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Dt.Oksana OTURGAN

18.04.2019

II. TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca yardımını, desteğini ve bilgilerini esirgemeyen ve bu tezin oluşturulmasında çok büyük emekleri olan değerli hocam ve tez danışmanım Sayın, Prof. Dr. Mahir GÜNDAY 'a,

Eğitimime başladığım andan itibaren akademik bilgi ve deneyimlerini paylaşan değerli anabilim dalı başkanımız, hocam Prof. Dr. Hesna SAZAK ÖVEÇOĞLU 'na,

Doktora eğitimim süresince mesleki birikimlerinden yararlandığım anabilim dalımızdaki değerli Prof. Dr. Nimet GENÇOĞLU, Doç. Dr. Emre İRİBOZ, Doç. Dr. Fatıma Betül BAŞTÜRK, Dr.Öğr.Üyesi Dilek TÜRKAYDIN hocalarıma,

Deney çalışmalarımda bana büyük yardımları dokunan Marmara Üniversitesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi değerli Dr. Öğr.Üyesi Burak AKSU'ya ve bölümdeki asistanlara,

Destekleri ve dostluklarını her zaman hissettiğim kıdem arkadaşlarım Yiğitcan CANDANER, Okan UYSAL ve Güneş KARAKAYA'a,

Birlikte çalışmaktan keyif aldığım, değerli anıları paylaştığımız tüm asistan arkadaşlarıma,

Son olarak, uzmanlığım her aşamasında, uzak olsa da, hep yanımda olduklarını hissettiğim anne ve babama; sevgili eşime ve oğluma,

En içten teşekkürlerimi sunarım...

Bu tez, Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından SAG-C-DUP-110618-0296 numaralı proje ile desteklenmiştir.



III. İÇİNDEKİLER

I. BEYAN	i
II. TEŞEKKÜR	ii
III. İÇİNDEKİLER	iv
IV. KISALTMA ve SİMGELER LİSTESİ	vii
V. RESİMLER LİSTESİ	viii
VI. ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
VII. TABLOLAR LİSTESİ	ix
ÖZET	1
SUMMARY	2
1. GİRİŞ VE AMAÇ	3
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Kök Gelişimi	6
2.2. Foramen Apikalenin Oluşumu	6
2.3. Kök Gelişiminin Yarım Kaldığı ve Apeksin Açık Kaldığı Durumlar	7
2.3.1. Diş çürüğü	7
2.3.2. Travmatik dental yaralanmalar	8
2.3.3. Apikal Anatominin apikal kök rezorpsiyonu sonucu değişmesi	8
2.3.4. Apikal anatominin taşkın preparasyon sonucu değişmesi	8
2.4. Kök kanallarının doldurulması	8
2.5. Mikrosızıntı İnceleme Yöntemleri	10
2.5.1 Boya Penetrasyon Yöntemi	10
2.5.2 Bakteriyel Sızıntı Tekniği	11
2.5.2.1 Proteus Vulgaris bakteri türü	12

2.5.3 Sıkıştırılmış Hava Tekniği	12
2.5.4 Gaz Kromotografi Tekniği	12
2.5.5 Radyoaktif İzotop Tekniği	13
2.5.6 Elektrokimyasal Teknik Sızıntı Değerlendirilmesi	13
2.5.7 Sıvı Filtrasyon Tekniği	14
2.5.8 Glikoz Analiz Tekniği	14
2.6. Kık kanal dolum malzemeleri	14
2.6.1. Gutaperka	14
2.6.2. Sentetik polimerler	16
2.6.3 Kık kanal dolgu patları	16
2.6.4 Mineral Trioksit Agregat (MTA)	17
2.6.5 MTA esaslı kanal dolum patı	21
2.6.6 Epoksi esaslı kanal dolum patı	26
3. GEREÇ ve YÖNTEM	29
3.1. Örneklerin Seçilmesi	29
3.1.1.Kık Kanallarının Genişletilmesi ve Doldurulması	29
3.2 Bakteri suşunun hazırlanması	37
3.2.1 Bakteri Geçiş Testi Düzeneginin Oluşturulması	38
3.2.2 Bakteri Geçiş Testi deneyi	39
3.3. İstatiksel Analiz	40
4. BULGULAR	41
4.1. Bakteriyel Sızıntı Testi Bulguları	41
5. TARTIşMA ve SONUÇ	50
6. SONUÇLAR	59
7. KAYNAKÇA	60
8. EKLER	75

Ek 1. Etik Kurul Karar Formu

75

9. ÖZGEÇMİŞ

76



IV. KISALTMA ve SİMGELER LİSTESİ

% Yüzde

<Küçüktür

>Büyüktür

⁰CDerece santigrat

Al Alüminyum

Al₂O₃ Alüminyum oksit (alumina)

Ark Arkadaşları

Bi₂O₃Bizmuttrioksit

Ca Kalsiyum

Ca(OH)₂ Kalsiyum hidroksit

CaOKalsiyum oksit

CaSO₄Kalsiyum sülfat

CİS Cam iyonomer siman

cm Santimetre

cm² Santimetrekare

E. faecalis Enterococcusfaecalis

EDTA Etilendiamintetraasetik asit

ISO International Organisation for Standardization (Uluslararası Standart Teşkilatı)

ml Mililitre

mm Milimetre

MTA Mineral TrioksitAgregatı

NaOCl Sodyum Hipoklorit

Ni-Ti Nikel titanyum

nm Nanometre

P. vulgaris ProteusVulgaris

V.RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Kök standartizasyonu yapılmış diş örnekleri

Resim 2. K tipi eğe ile kanal boyu tespiti

Resim 3. X-Smart plusendomotor

Resim 4. Proroot MTA

Resim 5. MAP MTA taşıyıcı sistemi

Resim 6. Grup 7 kontrol radyografisi

Resim 7. MTA esaslı kanal dolum patı (MTA Fillapex)

Resim 8. Grup 2 kontrol radyografisi

Resim 9. Epoksi esaslı kanal dolum patı (AH-Plus)

Resim 10. Grup 1 kontrol radyografisi

VI. ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Test düzeneği

Şekil 2. Bakteri geçişi geręekleşmiş düzeneğin görüntüsü

Şekil 3. Apikal genişlik (İSO) boyutuna göre sızıntı günü grafiği

Şekil 4. Tüm gruplarda kanal dolgu maddesine göre ortalama sızıntı günü değerleri

Şekil 5. MTA'nın apikal genişliğe göre ortalama sızıntı günü değerleri

Şekil 6. Fillapex'in apikal genişliğe göre ortalama sızıntı günü değerleri

Şekil 7. AH-Plus'ın apikal genişliğe göre ortalama sızıntı günü değerleri

VII. TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Çalışma grupları

Tablo 2. Tüm gruplarda bakteriyel sızıntı günü dağılımı

Tablo 3. Tüm gruplarda apikal genişlik (İSO) boyutuna göre sızıntı günü dağılımı

Tablo 4. Kullanılan kanal dolgu maddelerine göre ortalama sızıntı günü

Tablo 5. Tüm grupların kanal dolgu maddelerine göre ortalama sızıntı günü değerleri

Tablo 6. İSO 40 grubun kanal dolgu maddelerine göre ortalama sızıntı günü değerleri

Tablo 7. İSO 80 grubun kanal dolgu maddelerine göre ortalama sızıntı günü değerleri

Tablo 8. İSO 120 grubun kanal dolgu maddelerine göre ortalama sızıntı günü değerleri

Tablo 9. MTA'nın apikal genişliğe göre ortalama sızıntı günü değerleri

Tablo 10. Fillapex'in apikal genişliğe göre ortalama sızıntı günü değerleri

Tablo 11. AH-Plus'in apikal genişliğe göre ortalama sızıntı günü değerleri

ÖZET

Geniş apeksli dişlerde farklı dolum maddelerinin mikrobiyal sızdırmazlığının incelenmesi

Öğrencinin adı: Oksana Oturgan

Danışman: Mahir Günday

Bölüm: Endodonti

Amaç: Bu çalışma, farklı apikal genişliğe sahip dişlerde kanal dolum maddelerinin Proroot MTA, Fillapex ve AH-plus apikal sızdırmazlıklarının bakteriyel yöntemle belirlenmesini amaçlanmıştır.

Gereç ve yöntem: Çalışmamızda, 100 adet çekilmiş tek kanallı üst anterior dişler kullanıldı. Dişler 9 farklı deney grubuna ayrıldı (n=10). Geri kalan 10 adet diş ise pozitif ve negatif kontrol grubu olarak kullanıldı. Tüm kök kanallar *Step-Back* tekniğine göre ISO 40, 80 ve 120'e kadar apikal foramen açık olacak şekilde prepare edildi. Kanalların dolumu MTA, Fillapex+gutaperka, AH-plus+ gutaperka ile yapıldı. Çalışmamızda *Proteus vulgaris* suşu kullanıldı. Bakteri geçiş testi düzeneğini oluşturmak için 1.5 ml'lik polipropilen mikrosantrifüj tüpleri kullanıldı. Her 24 saatte bir üstteki mikrosantrifüj tüpünde bulunan *P.vulgaris* süspansiyonu taze ile değiştirildi. Bakteri geçişi, fenol-red indikatörlü sıvı besiyerine ulaşan bakterinin üremesi ile ortam pH'sının aside kayması sonucu düzenekte altta yer alan mikrosantrifüj tüpü içerisindeki besiyeri renginin sarıya dönmesi ile saptandı. Deney süresince (60 gün) kullanılan düzenekler günlük kontrol edilerek mikrobiyal sızıntı tespit edildiğinde kaydedildi.

Bulgularlar: Tüm gruplar arasında bakteriyel sızdırmazlık açısından anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). Ortalama bakteriyel sızıntı günü en fazla olan MTA grubunda, en az ise Fillapex grubunda elde edilmiştir. Apikal genişlikleri ISO 40-80-120 olduğu tüm gruplarda en az sızıntı MTA grubunda, en fazla sızıntı Fillapex grubunda elde edilmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Sonuçlar: Araştırmamızın sonuçlara göre geniş apeksli dişlerde bakteriyel sızdırmazlığın sağlanmasında en etkili kanal dolgu maddesinin Proroot MTA olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: apikal sızdırmazlık, bakteriyel sızıntı, MTA, Fillapex, AH-plus.

SUMMARY

Investigation of microbial sealing ability of different fillers in large apex teeth

Student name: Oksana Oturgan

Consultant: Prof. Dr. Mahir Günday

Department: Endodontics

Aim: The aim of this study was to determine the bacterial leakage of different apical sized teeth obturated with different filling materials (Proroot MTA, Fillapex and AH-plus).

Materials and methods: In our study, 100 single-rooted human upper anterior teeth were divided into 9 different experimental groups (n=10). 10 teeth were used as positive and negative control groups (n=5). Root canals were prepared with Step-Back technique to ISO 40, 80 and 120 with open apical foramen. The canals were filled with MTA, Fillapex + guttapercha, AH-plus + guttapercha. Proteus vulgaris strain was used in our study. 1.5 ml polypropylene microcentrifuge tubes were used to construct the bacterial transition test apparatus. Each 24 hours the Proteus vulgaris suspension were replaced with the fresh in the microcentrifuge tube. The phenol red broth turns yellow when leakage has occurred by a bacterium that ferments sugar and changes the pH of the liquid. The samples were checked daily and the leakage day was recorded.

Results: The minimum bacterial leakage was observed in MTA groups and the maximum bacterial leakage was observed Fillapex groups ($p < 0,05$).

Conclusion: The minimum leakage in all groups was obtained in the MTA group, the maximum leakage was obtained in the Fillapex group. A statistically significant difference was found between the groups. According to the results of our study, it was found that Proroot MTA was the most effective root canal filler in providing apical sealing in wide apexed teeth.

Keywords: Apical sealing, bacterial leakage, MTA, Fillapex, AH-plus.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Gelişmekte olan genç daimi dişlerde kök, apikal darlık ve foramen apikalenin gelişimi dişin ağız ortamına sürmesini takiben 3 yıl boyunca devam eder (Nolla, 1960). Kök gelişiminin tamamlanmamış olduğu bu süreçte çürük, travma, gelişimsel anomaliler (Örneğin, dens invajinatus) ve pulpa patolojileri gibi faktörler sebebiyle pulpa dokusu canlılığını kaybedebilir. Bu durum kök gelişiminin durmasına ve apikal daralmanın gerçekleşmemesine yol açmaktadır (Andreasen ve Ravn 1972; Alaçam A., 2000; Pitt Ford ve Shabahang, 2002; Simon ve ark.,2007). Açık apeksli dişlerin kök boyu, normal kök boyutuna göre daha kısadır. Ayrıca apikal rezorbsiyon ve overinstrumentasyon da geniş apeks sebebi olabilir. Kök kanal sisteminin geniş ve kök ucunun açık olması, ince ve kırılğan dentin duvarlarının varlığı uygulanacak endodontik tedavi için her zaman sorun oluşturmuştur (Cauwels RG ve ark., 2010). Devital immatüre dişlerde görülen apikal açıklık çoğu zaman genişleyerek sonlanmaktadır. Bu açıklık yaygın apikal foramen (blunderbuss type) olarak adlandırılmakta ve kök kanal sisteminde etkili bir apikal bariyer oluşturmayı zorlaştırmaktadır (Witherspoon DE ve ark., 2001; Erdem AP ve ark., 2008). Kök gelişimi tamamlanmamış dişlerin tedavisinde kök kanallarının genişliği geleneksel eğeleme işlemlerinin uygulanmasını imkansızlaştırır. Bunun sebebi ise en geniş kanal eğelerinin bile kanal duvarları arasında sıkışmamasıdır. Bu tür vakalarda çevresel eğeleme işleminin uygulanması daha doğru sayılmaktadır (Torneck ve Torabinejad, 2002).

Geleneksel apeksifikasyon yönteminin bazı olumsuzlukları nedeniyle Morse ve ark, tek seansta yapılan apeksifikasyon yöntemini öne sürmüşlerdir (Morse ve ark 1990). Tek seans yapılan apeksifikasyon, dişin apikaline biyouyumlu bir materyalin, kondanse edilmesi ve yapay bir sert doku engeli oluşturması olarak tanımlanır. Bunun amacı kök kanalının hemen doldurulmasına olanak sağlayacak apikal bir tıkama sağlanmasıdır. Yapılan bu işlemlerle kök ucunun kapanması bütünüyle sağlanmaz sadece yapay bir apikal tıkaç oluşturulur (Alaçam, 2012).

Kök ucu dolgusu olarak kullanılacak maddelerin doku dostu olması, doku sıvılarından etkilenmemesi, rezorbe olmaması, radyopak olması ve kolay uygulanabilir olması gibi özellikler taşıması gerekmektedir (Friedman, 1991).

Endodontik tedavinin başarıya ulaşması, kök kanal sisteminin kemomekanik olarak temizlenmesine ve tam bir tıkkama sağlayacak şekilde 3 boyutlu olarak doldurulmasına bağlıdır (Shipper G ve ark., 2004). Bu amaca ulaşmak için güta-perka ve bir kanal patının kombine kullanılması endodontik tedavide altın standart haline gelmiştir. Güta-perkanın dentin yüzeyine bağlanamamasından dolayı, kanal patında en çok aranan özelliklerden biri hem dentine hem de güta-perkaya sıkıca bağlanmasıdır (Gogos ve ark., 2004). Kanal patlarının güta-perkaya ve dentine bağlanma yetenekleri, daha iyi bir sızdırmazlık elde edilmesine ve post boşluğu hazırlanması gibi işlemlerde kanal dolgusunun bozulmadan kalmasına katkıda bulunabilir (Saleh ve ark., 2003).

1990'ların ortalarında kök ucu dolgu maddesi olarak piyasaya sürülen mineral trioksit agregat (MTA) hakkında yapılan pek çok çalışmaya dayanarak MTA'nın biyoyumlu olduğu gibi biyoaktif de olduğu gösterilmiş ve vital pulpa tedavilerinde pulpa kaplama ajanı olarak, apikal cerrahide kök ucu restorasyon malzemesi olarak ayrıca apikal tıkaçlamada, perforasyon tamirinde ve rejeneratif endodontik tedavilerde alternatif bir tamir malzemesi olarak kullanılabilceği belirtilmiştir (Marciano ve ark., 2015; Prati ve ark., 2015).

MTA, nemli ortamda aşamalı olarak sertleşen, çoğunlukla Portland simanından oluşan ve bizmut oksitin radyopaklaştırıcı olarak eklendiği kalsiyum silikat esaslı bir dental malzemedir (Torabinejad ve ark., 1995).

Fiziksel ve biyolojik özelliklerinin iyi olması sebebiyle endodontik tedavide geniş kullanım alanı bulan MTA'nın orijinal formülü kanal patı olarak kullanılmasına imkan sağlayacak şekilde değiştirilerek, akışkanlık, serleşme zamanı ve bağlanma gibi özellikleri geliştirilmiş ve MTA esaslı kanal patları üretilmiştir (Camilleri, 2008).

Son zamanda yapılan çalışmalarda MTA esaslı kanal dolum patı Fillapex'in, nemden bağımsız olarak sızdırmaz bir apikal tıkaçlama sağladığı bulunmuştur. Fillapex'in vücut sıvıları ile temas ettiğinde, çözeltide kalsiyum fosfat kristallerinin

birikmesini teşvik eden kalsiyum iyonları salgıladığı ve üstün sızdırmazlık özelliği taşıdığı da gösterilmiştir (Camilleri ve ark., 2010, Ehsani ve ark., 2014).

Bu çalışmanın amacı, apeksi geniş dişlerde ortograd olarak farklı dolgu maddeleri Proroot MTA, MTA esaslı Fillapex ve epoksi rezin esaslı AH-plus'ı kullanarak apikal sızdırmazlıklarının bakteriyel yöntemle belirlenmesidir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Gelişimi

Kök gelişim aşamalarının doğru tanınması konulması ve bilinmesi, genç daimi dişlerin pulpayı ilgilendiren hastalıklarında ve uygun tedavi seçeneklerinin belirlenmesi açısından oldukça önemlidir (Fuks, 2000). Genç sürekli dişlerde kök gelişimi, kuron oluşumu tamamlandıktan sonra başlar. Kuron mine ve dentin dokusu, mine-sement sınırına ulaştığında iç ve dış mine epitelleri, iki katlı bir epitel duvar olan Hertwig epitel kını' nı oluşturur. Hertwig epitel kınının iç yüzünde bulunan hücreler, iç mine epiteline ait hücrelerdir. Bu hücreler, Hertwig epitel kını kökü oluşturmak üzere uzadıkça komşu bağ dokusu hücrelerinin odontoblastlara dönüşmesini uyarır ve böylece kökte ilk dentin tabakası meydana gelir. İlk dentin tabakasının oluşmasını takiben, Hertwig epitel kını bütünlüğünü ve dış yüzeyi ile olan ilişkisini kaybeder. Hertwig epitel kının birçok yerinde boşluklar oluşur ve kök dentininden ayrılarak tamamen parçalanır. Kök yüzeyinden ayrılan Hertwig epitel kını hücreleri, dental foliküle doğru hareket eder. Folikülün mezenkimal ve ektomezenkimal hücreleri, kının çözülmesi sonunda açıkta kalan kök dentiniyle temas haline gelir. Hücreler bu yüzeyde, sementoblastlara dönüşerek sement matriksini (sementoid) salgılar ve sonrasında sementi oluşturmak üzere mineralize olurlar (Alaçam, 2000; Torneck ve Torabinejad, 2002).

Kök sementinin oluşmasını takiben Hertwig epitel kını hücreleri kök yüzeyinden daha da uzağa göç eder. Malassez epitel kalıntıları olarak isimlendirilen bu epitel parçaları, diş oluşumu tamamlandıktan sonra dahi periodontal aralıkta kalabilirler. Kök boyu uzadıkça, kuron ağız boşluğuna doğru hareket eder ve açılan boşluk kök gelişimi için gereken yeri sağlar (Alaçam, 2000; Torneck ve Torabinejad, 2002).

2.2. Foramen Apikalenin Oluşumu

Epitel kök kını, kurondan köke doğru gelişirken apikal açıklığa ulaşmaya kadar dental papillayı içine alır. Bu açıklık, pulpayı besleyen damarlar ve sinirlerin pulpaya ana girişidir. Apikal genişlik kök gelişim süresince biriken dentin ve sement dokusu ile zamanla daralarak olgun dişlerde 0,3-0,6 mm'lik çapa ulaşır. (Alaçam, 2000; Pashley ve ark., 2002). Olgunlaşmamış dişlerin gelişmekte olan kökleri kuronun ağız ortamına sürmesini takip eden 3 yıl boyunca, apikal tıkaçlama gerçekleşene kadar

açık apekslidir (Nolla, 1960). Bu evrede apikal foramen yuvarlak, oval, asimetrik, tırtıklı veya huni şeklinde olabilir. İçerdiği pulpa kuron pulpasına oranla daha fibrözdür ve daha az hücre içerir. Biyolojik olarak apikal foramen büyüme, gelişme ve tamir yeteneğine sahip, canlı ve dinamik bir oluşumdur (Pashley ve ark., 2002).

2.3. Kök Gelişiminin Yarım Kaldığı ve Apeksin Açık Kaldığı Durumlar

Gelişimini tamamlamış dişlerde enfeksiyona veya travmaya bağlı olarak ya da ortodontik tedavi sonrasında gelişen periapikal osteoklastik aktivite ile apikal sement ve dentin rezorbe olup apeksin açık kalmasına neden olabilmektedir. Olgun daimi bir diş yaklaşık olarak 0,5-1,0 mm apikal genişliğe sahiptir (Pitt Ford ve Shabahang, 2002). Gelişimini tamamlamamış genç daimi bir diş, olgun bir dişe kıyasla oldukça geniş, açık bir apekse ve ince kök kanalı duvarlarına sahiptir. Açık apeksli dişlerin kök kanalı duvarları diverjan (birbirinden uzaklaşan) ya da paralel ve konverjan (birbirine yaklaşan) şekilde olabilir (Pitt Ford ve Shabahang, 2002). Kök gelişim sürecini sekteye uğratan patolojik durumun oluşum zamanı, açık apeksli dişin kök kanalının ve dentin duvarlarının morfolojisini belirler (Pitt Ford ve Shabahang, 2002).

2.3.1. Diş çürüğü

Diş çürüğü, pulpa iltihabının oluşmasındaki en temel mikrobiyal kaynaktır (Kidd ve ark., 2003; Pitt, 2004). Dentin çürüğü ile bakteri toksinleri dentin tübülleri boyunca pulpa dokusuna doğru hareket eder. Bunun sonucunda da pulpada kronik iltihabi reaksiyon meydana gelir (Kidd ve ark., 2003). Özellikle hızlı ilerleyen çürük lezyonlarında hatta mine çürüklerinde bile pulpa reaksiyonları görülmüştür (Brannström ve Lind, 1965; Baume, 1970; Bjorndal ve ark., 1998; Walton ve Torabinejad, 2002). Çürük sebebiyle oluşan irritasyonun süresi ve şiddeti pulpanın cevabını etkiler. Eğer irritasyon şiddetli değilse, pulpa dokusu tersiyer dentin oluşturarak kendini korumaya çalışır. Fakat, irritasyon ortadan kaldırılamaz veya pulpa şiddetli bir irritasyonla karşı karşıya kalırsa enflamasyon başlar (Kidd ve ark., 2003). Enflamasyonun ileri aşamalarında pulpa dokusuna ulaşan bakteriler pulpa boyunca yayılarak pulpa dokusunun nekrozuna ve periapikal enfeksiyonlara sebep olabilir (Kidd ve ark., 2003; Theilade, 2007).

2.3.2. Travmatik dental yaralanmalar

Diş ve çevre dokularının akut travmatik yaralanmaları dişlerde kırıklara ya da yer değiştirmelere, destek dokulardan ayrılmalara ve/veya ezilmelere sebep olmaktadır (Gottrup ve ark., 2007; Andreasen ve Lovschall, 2007). Diş travmaları pulpa nekrozu sonucu kök gelişiminin tamamlanamamasının önemli bir sebebidir ve endodontik tedavi gerektirir (Goldstein ve ark., 1999; Andreasen ve ark., 2006).

2.3.3. Apikal Anatominin apikal kök rezorpsiyonu sonucu değişmesi

Kronik periapikal enfeksiyonlar, travma ve ortodontik tedaviler diş köklerinde rezorpsiyona neden olabilmektedir (Alaçam, 2000). Periapikal lezyonlu dişlerde ve nekrotik pulpalı dişlerde canlı dişlere oranla daha fazla apikal kök rezorpsiyonu olduğu bildirilmiştir (Alaçam, 2000).

Bu durum kök ucunda düzensizlikler yaratarak çok kesin olmayan radyografik görüntüler vermekte dolayısıyla kök ucundaki sonlanma noktası net bir şekilde teşhis edilememektedir. Literatürde kök yapıları %20-40 oranda demineralize oluncaya kadar rezorpsiyonun radyografik olarak ayırt edilemeyeceğini belirtilmiştir (Alaçam, 2000).

2.3.4. Apikal anatominin taşkın preparasyon (iatrojenik apikal perforasyon) sonucu değişmesi

Kök kanal genişletme yöntemleri kanal, kanal içerikleri ve apikal dokular arasındaki potansiyel doğal bariyeri korumayı hedeflemektedir. Çalışma boyutunun ölçümündeki yetersizlik nedeniyle apikal forameni geçen enstrümantasyon meydana gelmektedir.

Apikal daralmayı geçen enstrümantasyon periodontal ligament ve alveolde hasar oluşturmaktadır. Bunun yanında apikal daralmanın kaybı apikal stopun oluşturulmasını güçleştirmekte, buna bağlı olarak taşkın dolgu, yetersiz apikal tıkaçlama ve hastada geçmeyen ağrılara neden olabilmektedir (Delivanis ve ark., 1983).

2.4. Kök kanallarının doldurulması

Başarılı bir endodontik tedavinin temeli öncelikle doğru bir teşhis konulması, kök kanallarının uygun şekilde temizlenmesi ve şekillendirilmesi son olarak da sızıntıya izin vermeyecek şekilde üç boyutlu olarak tıkanmasını esasına

dayanmaktadır. Kök kanal tedavisi ile nekrotik pulpanın kök kanal sisteminden uzaklaştırılması, kanalların temizlenmesi ve şekillendirilmesinin ardından kök ucuna kadar tamamen tıkaçlanması ve böylelikle tekrarlayan enfeksiyonların önlenmesi amaçlanır (Ingle ve ark., 2002). Kök kanal sisteminin kimyasal ve mekanik olarak temizlenmesi ve şekillendirilmesi ile pulpal artıkların, nekrotik dokuların, bakteri ve bakteriyel yan ürünlerin kök kanal sisteminden tamamen uzaklaştırılması mümkün olmamaktadır (Siqueira ve ark 1997). Karmaşık kök kanal sistemi içerisinde kalan bu artıkların konak savunma mekanizması tarafından uzaklaştırılmaması tekrarlayan enfeksiyonların oluşmasına yol açabilir. İdeal bir kök kanal dolgusu koronal sızıntıyı ve bakteriyel kontaminasyonu önler, apikal bölgeyi doku sıvılarına karşı tıkar ve aynı zamanda kök kanal sistemi içerisinde kalan iritanları hapseder (Delivanis ve ark., 1983).

Kök kanallarının doldurulmasında, ana gutaperka konu, kök kanalının iç yüzeyine sıkıca oturduğunda kök kanalının tıkanmasının başarılı olduğu düşünülebilir. (Weine ve ark., 1975, Katsaros, 1984). Bu zorluğun üstesinden gelmek için ana konu kök kanalının iç anatomisine uyarlamak için birçok teknik geliştirilmiştir. Bazı tekniklerde, gutaperka konuları kloroform, okaliptüs yağı ve halotan gibi çözücüler kullanılarak yumuşatılır ve morfolojiyi kaydetmek için kök kanalına yerleştirilir. Bununla birlikte, çözücü yumuşatılmış malzemenin aşırı büzülmesi (Wong ve ark., 1982), taşkın dolum oranının yüksek olması (Morse ve Wilcko 1978, Bergenholt ve ark., 1979; Morse ve ark., 1983) ve potansiyel toksisite bu malzemelerin (Morse ve ark. 1981, Grossman ve ark., 1982) bu tekniklerin ana dezavantajlarıdır. Diğer yöntemler ısıyı ya kök kanalı içindeki gutta-perka konularını yumuşatmak (vertikal kondensasyon yöntemi) ya da kök kanalına enjekte etmeden önce gutaperka'yı ısıtarak yumuşatmak için özel cihazlar kullanır. Bu tekniklerin klinik uygulaması, doğal apikal konstrüksiyonun korunmasını veya kemo-mekanik preparasyon sırasında yapay bir apikal stop'un hazırlanmasını gerektirir çünkü yumuşatılmış gutta-perka, manuel kondensasyon sırasında periapikal dokulara çok kolay bir şekilde itilebilir.

Başarısız kök kanal tedavilerinin yaklaşık % 60'ının yetersiz kök kanal dolgusuna bağlı olarak geliştiği bildirilmiştir (Benenati ve ark.,2008). Dolayısıyla, kök kanal sisteminin boyutsal değişiklik göstermeyen doku dostu maddeler ile

apikal, lateral ve koronal yönden tamamen doldurulması tedavinin başarısında etkilidir (Wu ve ark., 2000) .

Standart bir kök kanal dolgusu, merkezi ana materyal ve kök kanal dolgu patından oluşur. Kök kanal dolgusu içerisinde merkezi ana materyalin fazla, kök kanal dolgu patının ise az alanı kaplaması beklenmektedir (Eguchi ve ark., 1985). Bununla birlikte, kök kanal sistemini tamamen tıkayabilecek herhangi bir materyal veya teknik henüz mevcut değildir (Hilton, 2002).

2.5 Mikrosızıntı İnceleme Yöntemleri

Mikrosızıntı, bakterilerin, doku sıvıların, çeşitli molekül veya iyonların kavite duvarıve uygulanan dolgu materyali arasından geçişi olarak tanımlanabilir (Kidd ve ark., 1976). Mikrosızıntının ciddi bir klinik sorun olması ve dis hekimliğinde kullanılan materyallerin bir çoğunun mikrosızıntı göstermesi nedeniyle bu durumun iyi analizedilmesi gerekir (Pashley, 1990). Endodontide farklı kanal dolgu tekniklerinin ve dolgu maddelerinin kök kanalını tıkaçlama özelliklerini incelemek ve bunları birbiriyle karşılaştırmak için çeşitli in vitro apikal sızıntı inceleme yöntemleri geliştirilmiştir (Al-Ghamdi ve ark., 1994; Yatsushiro ve ark., 1998). Bunlar: boya penetrasyon yöntemi, radyoaktif izotop testi, bakteri veya bakteriyel metabolit sızıntı yöntemi, sıkıştırılmış hava yöntemi, gaz kromatografi yöntemi, elektrokimyasal sızıntı yöntemi, sıvı filtrasyon yöntemi ve glikoz analiz yöntemi olarak sıralanabilir (Xu ve ark., 2005; Nielsen, 1980; Kersten ve ark., 1988).

2.5.1 Boya Penetrasyon Yöntemi

Kök kanal dolgusunun kanal duvarlarına adaptasyonun incelenmesinde en çok kullanılan in vitro yöntem olan boya penetrasyonu tıkaçlamanın, hem apikal hem de koronal olarak lineer değerlendirilmesidir (Wimonchit, 2002). Al-Ghamdi ve Wennberg (Al-Ghamdi ve Wennberg, 1994), boya sızıntı yönteminin ilk defa Grossman tarafından, geçici dolgu maddelerinin sızıntılarını incelemek amacıyla yapıldığını bildirmişlerdir. Boya sızıntısı çalışmalarında çoğunlukla metilen mavisi, çini mürekkebi, floresin, procion brilliant ve bazik fuksin kullanılmaktadır (Skinner ve Himel, 1987; Wu ve Wesselink, 1993). Bazı çalışmalarda ise, Rodamin B, gümüş nitrat, eozin, kristal violet gibi boya solüsyonları kullanılmıştır (Hovland ve Dumsha, 1985; Karagöz ve Küçükay, 1991). Boya sızıntı çalışmaları, boyanın sızdığı

derinliğin, kök kanal dolgusu ve kök kanal duvarı arasındaki boşluğu göstereceği varsayımına dayanmaktadır (Wimonchit ve ark., 2002).

2.5.2 Bakteriyel Sızıntı Tekniği

Bakteriyel sızıntı tekniği, klinik koşulları diğer sızıntı yöntemlerine göre daha iyi yansıtmamasından dolayı in vitro çalışmalarda en çok kullanılan mikrosızıntı yöntemlerinden biri olmuştur (Timpawat ve ark., 2001). Bu yöntemde, kök kanal dolgusunu takiben dişlerin apikal ve koronal bölümleri dışında kalan tüm yüzeyleri kapatılarak iki hazneli bir sisteme yerleştirilmektedir. Sonrasında belirli bir cins bakteri içeren kültürlerle ekim yapılmakta ve inkübasyon döneminin sonunda besi yerinde bulunan özel işaretleyici solüsyonun renk değiştirip değiştirmemesine veya besi yerinin bulanıklaşp bulanıklaşmamasına göre oluşan sızıntı değerlendirilmektedir (Carratu ve ark., 2002; Britto ve ark., 2003).

Boya sızıntı çalışmalarında bazı yetersizlikler bulunduğu için, bakteriyel sızıntı çalışmalarının klinik olarak daha anlamlı olabileceği düşünölmektedir (Chailertvanitkul ve ark., 1996). Goldman ve arkadaşları belirli bir bakteri cinsi ve işaretleyici besi ortamı kullanarak yeni bir sızıntı yöntemi geliştirmiştir (Goldman ve ark., 1980). Bu çalışmada, kök kanallarının doldurulmasını takiben dişler Gram (+) ve Gram (-) bakteri türlerini barındıran kültürlere konmuştur. İnkübasyon süresinin bitiminde, besi yerinde bulunan solüsyonun renk değiştirip değiştirmemesine göre sızıntı olup olmadığı değerlendirilmiştir (Karagöz ve Küçükay, 1991). Bakteriyel sızıntı çalışmalarında steril ve dikkatli çalışma büyük önem taşımaktadır. Örneklerin hazırlanması veya yeni bakteri süspansiyonların eklenmesi sırasında dış ortamdan bulaşabilecek bir mikroorganizma hatalı sonuç alınmasına neden olabilmektedir (Karagöz ve Küçükay, 1991). Bakteriyel sızıntı çalışmalarının avantajları:

1. Boya sızıntısı çalışmalarına oranla biyolojik ortamı daha iyi yansıttığından kliniğe daha uygundur.

2. Besi yerine canlı bakteriler ilave edilerek daha uzun sürelerde sızıntı oluşumu incelenebilmektedir.

3. Renk değiştiren solüsyondan alt kültür grupları elde edilerek bakteri türü de saptanabilmektedir (Chailertvanitkul ve ark., 1996; Siqueira ve Lopes, 1999; Timpawat ve ark., 2001).

2.5.2.1 Proteus Vulgaris bakteri türü

Enterobacteriaceae familyasında yer alan Proteus bakterileri Gram negatif, 1-3x0.4-0.6 mikron boyutlarında, bazen daha uzun ya da kokobasil görünümünde, sporsuz ve kapsülsüz çok hareketli bakterilerdir. Toprakta, suda ve dışkıyla kontamine materyallerde bulunurlar (Bilgehan, 1996).

Proteus Vulgaris aerop bakteridir. Isı ve dezenfektanlara karşı dirençsiz olup organik maddelerin bulunduğu nemli ortamlarda, gün ışığından uzak yerlerde uzun süre dayanır. Adi besiyerlerinde kolay ürer. Özellikle Proteus mirabilis ve Proteus vulgaris kanlı agarda, plağın ortasından dış kenarına doğru deniz dalgası gibi dairesel yayılma alanları oluşturarak ürer; EMB besiyerinde şeffaf renksiz ortası siyah koloniler oluşturur. Üreyi parçalayarak amonyak oluşturur. Kültürleri lağım veya kokmuş balık gibi kokar. Asidik pH'da iyi üreyemez. Voges-Proskauer ve laktoz (-), üre ve metil kırmızısı (+) bir bakteridir.

2.5.3 Sıkıştırılmış Hava Tekniği

Nielsen kök kanallarında boya ve radyoizotoplar ile saptanabilen sızıntının bakteriler için de geçerli olup olmadığını belirlemek için, sıkıştırılmış hava kullanılarak sızıntının saptandığı, Ca-testi (Compressed Air-Test) adını verdiği yeni bir yöntem geliştirmiştir (Nielsen, 1980). Sıkıştırılmış hava testi kapiller teorisine göre işlemektedir. Kapiller fizik kanunlarına dayanarak, düzenekte 25 atmosfer hava basıncı altında 0,12 µ çapında gözeneklerin ve duvardan duvara 0,06 µ uzunluğunda çatlakların oluşturulabileceği gösterilmiştir. Nielsen bu testin kullanılmasıyla kök kanal dolgu materyallerinin tıkama özelliklerinin daha yeterli bir şekilde incelenebileceğini ve sızan bakteri türlerinin belirlenebileceğini bildirmiştir (Nielsen, 1980).

2.5.4 Gaz Kromotografi Tekniği

Kersten ve arkadaşarı sızıntının kantitatif olarak ölçüldüğü bir düzenek geliştirmiştir (Kersten ve ark., 1988). Bu sistemde, hidroksiapatit ve polietilen içeren yapay dentin bloklarından standart şekilde kök kanalları hazırlanmakta ve dentin blokları iki ucu açık olan özel deney tüpleri içerisine yerleştirilmektedir. Bu sızıntı modelinde, düşük moleküler ağırlıklı bakteriyel metabolitler kullanılarak kök kanal dolgusu boyunca oluşan sızıntı ölçülmektedir. Bu yöntemde, oluşturulan kök kanal modeliyle kök kanal dolgusunun in vitro olarak değerlendirilebildiği ve sonuçlarının,

sistemin klinik şartlara yakın olmasından dolayı daha güvenilir olduğu ileri sürülmüştür (Kersten ve ark., 1988). Bu teknikte hem basıncsız ortamda, hem de basınç altında mikrosızıntının kantitatif analizi yapılabileceği bildirilmiştir (Kersten ve ark., 1988; Karagöz ve Küçükay, 1991).

2.5.5 Radyoaktif İzotop Tekniği

Radyoaktif İzotop Tekniği 1951 yılında tanımlanmıştır (Kocabalkan, 1993). Bu yöntem 120 nm'lik en küçük boya taneciği ile karşılaştırıldığında, sadece 40 nm çapa sahip izotop moleküllerinin sızıntı çalışmalarında daha iyi detay ortaya koymaları nedeniyle önerilmektedir (Kocabalkan, 1993). Bu amaçla kullanılan izotoplar arasında Na²², Mn⁵³, Mn⁵⁶, I¹³¹, S³⁵, Zn⁶³, Zn⁶⁵, Ag¹¹⁰, Ag¹¹¹, C¹⁴, F¹⁸, Cu⁶⁴, Pd¹⁰³, Pu²³⁹, Cd¹¹⁵, Pb⁸⁶, Ca⁴⁵ sayılabilir (Yavuz ve ark., 2003). Ca⁴⁵ düşük enerjili β ışınlarına sahip, yarılanma ömrü uzun deney süreleri için uygun ve dış dokuları içerisinde bulunmasıyla en yaygın kullanılan radyoaktif elemandır (Kocabalkan, 1993). Bu yöntem, çalışma şartlarının zorluğu, insan hayatı ve çevre açısından son derece riskli olması, ayrıca uygulanan diğer sızıntı yöntemlerine göre belirgin bir üstünlüğünün olmamasından dolayı sızıntı çalışmalarında kullanımı tartışmalıdır (Zaimoğlu ve ark. 1995). Radyoaktif izotopların ölçülmesinde 3 ana yöntem kullanılmaktadır (Kocabalkan, 1993):

1. İyonizasyon yöntemi
2. Otoradyografik yöntem
3. Geri dönüşümlü radyoaktif emilim yöntemi

2.5.6 Elektrokimyasal Teknik Sızıntı Değerlendirilmesi

Elektrokimyasal Teknik Sızıntı değerlendirilmesinde elektrokimyasal yöntemin kullanılması dış dokuları için yıkıcıdır ve in vivo şartlarda kullanılamaz. Bu yöntem, 1976 yılında Jacobson ve Fraunhofer tarafından geliştirilmiştir (Jacobson ve Fraunhofer, 1976). Bu yöntem, bir elektrolite batırılmış iki metal arasındaki elektrik akımının ölçümüne dayanmaktadır. Normal dış dokusu öncelikle uygun bir şekilde izole edilir, daha sonra da elektrolitli suya batırılır. Dışle elektrolit solüsyonu arasında elektrik akımı uygulanır. Sızıntı sonucu meydana gelen akım değişimi özel cihazlar yardımıyla ölçülür. Akım kaynağındaki en küçük değişikliklerin bile sonuçlara yansması bu yöntemin en büyük dezavantajıdır (Karagöz ve Küçükay, 1991; Kocabalkan, 1993; Yavuz ve ark., 2003).

2.5.7 Sıvı Filtrasyon Tekniği

Derkson tarafından önerilen sıvı filtrasyon tekniği pek çok sızıntı çalışmasında kullanılmıştır (Derkson ve ark., 1986). Bu yöntemde sızıntı miktarı, test örneği ile temas halindeki içi sıvı dolu bir kapiller tüp içindeki hava kabarcığının hareketi hesaplanarak ölçülmektedir. Yöntemde kullanılacak sıvı, test örneğinin bir tarafından basınç altında gönderilmekte ve diğer tarafından çıkışı gözlenmektedir (Wu ve ark., 1995). Kantitatif bir değerlendirme sağlaması, örneklere zarar verilmeden ve üç boyutlu bir sızıntı ölçümü yapılması, 1 ay gibi uzun bir zaman sürecinde, belli aralıklarla ve tekrarlanabilir şekilde sızıntı ölçümü yapılabilmesi bu yöntemin avantajlarıdır (Derkson ve ark., 1986; King ve ark., 1990; Crooks ve ark., 1994; Wu ve ark., 1995; Pommel ve Camps, 2001).

2.5.8 Glikoz Analiz Tekniği

Xu kök kanal dolgusu boyunca glikoz filtrasyon oranına dayalı, yeni bir endodontik mikrosızıntı analiz tekniği geliştirmişlerdir (Xu ve ark., 2005). Bu teknikte, küçük moleküler yapısı nedeniyle glikoz seçilmiş ve sızıntı miktarı spektrofotometre ile ölçülmüştür. Bu analiz yönteminde, dişlerin koronal kısımları ucu kesilmiş bir Eppendorf tüpe yerleştirilir. Eppendorf tüpün kapağına bir delik açılarak 15 mm uzunluğunda bir tüp bu delikten geçirilir ve düzenek 5 ml'lik cam bir 33 şişe içine yerleştirilir. Cam şişe, % 0,2'lik NaN₃ içermektedir. Düzenegin apikal bölümündeki glikoz konsantrasyonu sızıntı miktarını göstermektedir. Glikoz konsantrasyonunun ölçülebilmesi için, enzimatik glikoz oksidaz yöntemi kullanılmıştır (Xu ve ark., 2005).

2.6. Kök kanal dolum malzemeleri

2.6.1. Gutaperka

Malezya, Endonezya ve Brezilya'da bulunan Taban ağacı (Isonandra percha) özsuynun kurutulması ile elde edilen gutaperka 1800'lerin sonlarından beri en çok tercih edilen kök kanal dolgu maddesi olarak endodontideki yerini korumaktadır. Doğal kauçuk ve gutaperka aynı monomerin, izopren (C₅H₈), polimerleridir. Kauçuk cis-poliizopren, gutaperka trans-poliizopren yapıdadır. Kauçuktan daha sert, kırılğan ve daha az elastik olan gutaperka, ısıya bağlı olarak alfa ve beta olmak üzere iki kristalin yapıda bulunmaktadır. Endodontik kullanım amacıyla üretilen ısıtılmamış beta formunda materyal katı ve sıkıştırılabilir formdadır. Doğal haldeki

gutaperka, 65°'ın üzerine ısıtıldığında alfa fazına geçerek yapışkan, esnek ve hatta basınç altında akışkan bir form kazanır. Alfa fazının dezavantajı materyalin sertleşirken büzülmesidir (Schilder ve ark., 1985), ancak alfa fazındaki gutaperka tekrar soğutulduğunda daha az büzülme göstererek boyutsal stabilitesini artırır ve bu sayede kök kanalının termoplastik tekniklerle doldurulması için uygun hale gelir. Hava, ısı ve ışıkla uzun süreli teması halinde kırılğan hale gelir. Kırılğanlığın gutaperkanın beta fazından alfa fazına geçmesi (oksidasyon) sonucu oluştuğu düşünülmektedir (Kolokuris ve ark., 1992). Endodontide kullanılan gutaperka yaklaşık olarak % 20 gutaperka, % 65 çinko oksit, %10 radyoopasite sağlayıcı (ağır metal tuzları) ve %5 plastize edicilerden (mum veya rezin) oluşmaktadır (Friedman ve ark., 1977). Gutaperka standart ve standart olmayan ölçülerde üretilir. Standardize gutaperkalar paslanmaz çelik ve nikel titanyum aletlerin koniklik açısıyla eşleşecek şekilde tasarlanmıştır. Kök kanalına uygulanmadan önce dezenfeksiyon için %5.25'lik sodyum hipokloritte (NaOCl) 1 dk bekletilmesi, ardından etil alkol ile üzerindeki kristallerin uzaklaştırılması ve kurutularak kök kanalına yerleştirilmesi önerilmektedir (Senia, 1975). Kök kanalına bağlanma özelliği olmadığı için kök kanal dolgu patları ile birlikte kullanımı önerilen gutaperkanın, kök kanalına uyumu sıkıştırılarak artırılır (Evans, 1986). Gutaperka boyutsal olarak stabil olmasına rağmen yarı-katı yapısı nedeniyle aşırı basınç altında kolaylıkla şekil değiştirir. Kloroform, haloten, ksilen ve okaliptol gibi organik çözücülerde çözünür. Sitotoksisite, mutajenite, implantasyon testleri ve klinik çalışmalar sonucunda gutaperkanın biyouyumlu bir kök kanal dolgu maddesi olduğu belirtilmiştir (Moorer ve ark., 1982). Gutaperka, içeriğindeki çinko oksit nedeniyle az miktarda antibakteriyel etkinlik göstermektedir (Moorer ve ark., 1982). Son yıllarda yapılan değişikliklerle gutaperkanın antimikrobiyal etkisinin artırılması ve adeziv özellik kazandırılması amaçlanmıştır. Antimikrobiyal etkinliğinin artırılması için iyodoform, kalsiyum hidroksit, klorheksidin ve tetrasiklin gibi medikamentler içeren formları üretilmiştir. Gutaperkanın kök kanalına adezyonunu artırmak ve kök kanal sisteminde monoblok bir yapı oluşturabilmek amacıyla, üzeri cam iyonomer (Activ GP®, Brasseler, Savannah, GA, USA) veya rezin (EndoRez®, Ultradent, South Jordan, UT, USA) ile kaplı modifikasyonları geliştirilmiştir. Bu sayede gutaperka ile

kanal dolgu patı arasında meydana gelebilecek sızıntının önlenebileceği iddia edilmektedir (Zmener ve ark., 2008) .

2.6.2. Sentetik polimerler

Son yıllarda gutaperkaya alternatif olarak Resilon ve Smartpoint gibi sentetik polimer yapıda merkezi ana materyaller geliştirilmiştir. Resilon, dental kullanım için üretilen endüstriyel bir poliüretan olup; biyolojik olarak parçalanabilen alifatik polyester olan bir polimerden (polikaprolakton), metakrilat rezin, biyoaktif cam ve radyo opak doldurucular içermektedir (Ghoneim ve ark, 2011). Gutaperkaya benzer şekilde standart ve standart olmayan formları mevcuttur ve kök kanalının doldurulması için önerilen tüm teknikler ile kullanılabilir. Resilon tek bir sistem gibi görünmesine rağmen, bir primer, bir pat ve ISO boyutlarında yardımcı konilerden oluşmaktadır. Resilon konilerinin hem ışıkla hem de kimyasal olarak sertleşebilen Epiphany gibi rezin içerikli bir pat ile kullanılması önerilir (Zhou ve ark., 2013).

2.6.3 Kök kanal dolgu patları

Günümüzde kullanılan merkezi ana materyaller, yarı-katı fiziksel yapılarından dolayı kök kanal sisteminin düzensizliklerini tam olarak dolduramaz ve kök kanal dentinine yapışamazlar. Bu nedenle, tercih edilen teknik ne olursa olsun ana materyal bir kök kanal dolgu patı ile birlikte kullanılmalıdır (Ishley ve EIDeeb, 1983). Kök kanal dolgu patları, merkezi kök kanal dolgu maddesini kök kanal dentinine bağlayarak aradaki boşlukların doldurulması ve aynı zamanda lateral ve yardımcı kanalları da doldurarak kök kanalında üç boyutlu tıkanmanın sağlanması amacıyla kullanılır. Antibakteriyel özelliği de bulunan bu maddeler kök kanalının doldurulması sırasında kanala kayganlık vererek doldurma işlemini kolaylaştırır. Kök kanal dolgu patları genellikle toz/likit veya baz/katalizör karışımı şeklindedir. İçerdikleri baryum sülfat veya gümüş partikülleri sayesinde radyografda izlenebilirler ancak gümüş partikülleri nedeniyle diş yapısını boyayabilirler (Liewehr ve Johnson, 2002) .

Günümüzde kullanılan kök kanal dolgu patları şu şekilde sınıflandırılabilir (Çalt-Tarhan ve Uzunoğlu, 2010) .

1.Çinko oksit esaslilar

a) Çinko oksit-öjenol

- b) İlaçlı olanlar
- i. Paraformaldehit içerenler
 - ii. Paraformaldehit içermeyenler
 - c) Öjenolsüz çinko oksit
- 2. Kalsiyum hidroksit esaslılar
- 3. Cam iyonomer esaslılar
- 4. Polimerler
 - a) Epoksi rezin
 - b) Metakrilat rezin
 - c) Poliketon (polivinil) polimer
 - d) Silikon polimer
- 5. Biyoseramik esaslılar
 - a) Kalsiyum-silikat-fosfat içerenler
 - b) Mineral Trioksit Agregat (MTA) içerenler

2.6.4 Mineral Trioksit Agregat (MTA)

MTA ilk olarak kanal kök ucu dolgu materyali olarak kullanılmış olup (Torabinejad ve ark., 1993) pulpa dokusunun kaplanması, kök ucu kapatılması ve furkal perforasyonların tamiri gibi çeşitli klinik uygulamalarda da kullanılmıştır. Bu uygulamaların temelini MTA'nın biyouyumluluğu, üstün örtme yeteneği, pulpa ve periradiküler dokuların rejenerasyonunu artırma kapasitesi gibi özellikleri oluşturmaktadır (Abdullah ve ark., 2002). Perez ve ark., MTA'nın devamlı olarak periodontal ligament dokularının rejenerasyonunu, sement benzeri materyalin apozisyonunu ve kemik formasyonunu teşvik edici özellikte olan ideal bir materyal olduğunu bildirmişlerdir (Perez ve ark., 2006).

MTA genel olarak perforasyonların (furkasyon perforasyonları, strip perforasyonlar, iç rezorpsiyon sonucu olan perforasyonlar) cerrahi ve cerrahi olmayan yollarla onarımı (Tekir ve Akıncı, 2006), rezorpsiyon tedavisinde (White ve Bryant, 2002), pulpa kuafajı ve pulpektomi uygulamalarını kapsayan vital pulpa tedavilerinde, apeksifikasyon sırasında apikal bariyer oluşturmak için (El-Meligy ve Avery, 2006), retrograd dolgu maddesi olarak (Tekir ve Akıncı, 2006), kaide

materyali olarak (Tekir ve Akıncı, 2006), renklesmiş dişlerin internal yolla ağartılmasında koronal tıkaç olarak kullanılmaktadır (Torabinejad ve Chivian, 1999).

Materyal, özellikle kök ucu dolgu materyali olarak başarılı bulununca, kullanım alanları genişletilmiştir. MTA, pulpa kuafaj materyali olarak, daimi dişlerin pulpektomisinde (Holland ve ark., 2001), süt dişlerinde formokrezol pulpotomisi işlemlerinin yerine (Eidelman ve ark., 2001), kök gelişimi tamamlanmış ya da tamamlanmamış daimi dişlerin tedavisinde, nekrotik pulpalı açık apeksli dişlerin tek seanslık apeksifikasyon prosedürlerinde ve kök kanal patı olarak kullanılmaya başlanmıştır (Holland ve ark. 1999). Materyalin, ilk olarak gri versiyonu üretilmiş, ancak özellikle ön dişlerde renklemeye neden olduğu için daha sonra diş renginde olan beyaz MTA piyasaya sürülmüştür (Camilleri ve ark., 2005). İçerik olarak, beyaz renkli MTA' da tetrakalsiyum aluminoferrit ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) gibi demir içerikli bileşenlerin içermediği ve gri renkliye göre daha küçük partiküller içerdiği bildirilmiştir (Tselnik ve ark., 2004). Her iki formunun da ağırlık açısından kaba formülasyonu %75 Portland simanı, %20 bizmut oksit ve %5 alçı taşıdır (Ferris ve Baumgartner, 2004). Matt ve Thorpe (Matt ve Thorpe, 2004) beyaz ve gri MTA'nın apikal bariyer olarak etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmada, gri MTA'nın beyaz MTA'ya göre daha az sızıntı yaptığı tespit edilmiştir (Demirkaya, 2006).

Torabinejad ve ark. (Torabinejad ve ark., 1993), MTA'nın içeriğini, trikalsiyum silikat ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, C3S, Alite), trikalsiyum aluminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, C3A, Aluminite), trikalsiyum oksit (Ca_2O_3) ve silikat oksit' in (SiO_2) ince hidrofilik partiküllerini içeren bir toz olarak tanımlamışlardır. Yapısının küçük bir kısmını, kimyasal ve fiziksel özelliklerini modifiye eden diğer mineral oksitler oluşturur. Bizmut oksit tozu yapıya radyopak özelliği sağlamak amacıyla katılmıştır. MTA tozunun elektron prob mikroanalizinde, yapıdaki kalsiyum ve fosforun ana iyonlar olduğunu göstermiştir. Dominguez ve ark. (Dominguez ve ark., 2000) ise MTA'nın içeriğini kalsiyum silikat (CaSiO_4), bizmut oksit (Bi_2O_3), kalsiyum karbonat (CaCO_3), kalsiyum sülfat (CaSO_4) ve kalsiyum aluminat (CaAl_2O_4) olarak açıklamışlardır. Ayrıca içerdiği diğer mineral oksitler sayesinde, fiziksel ve kimyasal özellikleri geliştirilmiştir.

MTA'nın tozu 1:3 oranında su ile nemlendirildiğinde %87 oranında kalsiyum, %2.47 oranında silika ve gerisi oksijenden oluşan kristaller ortaya çıkmaktadır. Diğer

yapı ise %33 kalsiyum, %49 fosfat, %2 karbon, %3 klor ve %6 silikadan oluşan amorf yapıdır (Schmitt ve ark., 2001). Materyalin öncelikli olarak %55-70'inin kalsiyum oksitten, %15-25'inin silikon dioksitten ve alüminyum oksitten oluştuğu bildirilmiştir. Bu ham maddelerin fırınlanması sonucu trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, trikalsiyum alüminat ve demir tozuna bağlı olarak çok az miktarda da tetrakalsiyum alüminoferrit, bu bileşenlerin su ile reaksiyona girmesi sonucu ise kalsiyum silikat hidrat jeli oluşur (Torabinejad ve ark., 1993). Portland simanının yüzey tabakasının karbondioksit ile reaksiyona girmesi ile kalsiyum hidroksit oluşur (Abdullah ve ark., 2002).

MTA'nın kalsiyum hidroksit içermediği, fakat sertleşme reaksiyonundan sonra içerdiği kalsiyum oksitin doku sıvılarıyla ilişkiye girerek kalsiyum hidroksiti oluştuğu bildirilmektedir (Faraco ve Holland, 2001). Oluşan kalsit kristallerinin de hücre yapışması ve farklılaşmasından pulpa dokusunda odontoblastlar, periodonsiyumda sementoblastlar sorumlu fibronektini etkilediği düşünülmektedir (Faraco ve Holland, 2001). Benzer şekilde Faraco, MTA mekanizmasının kalsiyum hidroksitinkiyle benzerlik gösterdiğini düşünmektedirler (Faraco ve Holland, 2001). Buna ek olarak, MTA'nın insan osteoblastlarında sitokin salınımını aktive ettiğini belirtilmiştir (Çehreli ve Turgut, 2000). MTA'nın kalsiyum fosfat fazının osteoblastları aktive ederek materyale yapışmalarını sağladığı belirtilmiştir (Koh ve ark., 1998). MTA etrafındaki sert doku oluşumunun materyalin üstün tıkaçlama yeteneği, biyouyumluluğu ve alkalinitesine bağlı olabileceği bildirilmektedir (Pittford ve ark., 1996).

MTA, düşük çözünürlük özelliğine sahiptir (Torabinejad ve ark., 1995). Restoratif materyal olarak kullanılan bir maddenin çözünürlüğü önemli bir faktördür. Çözünürlüğün olmaması, kök dolum materyali için aranan ideal bir özelliktir (Ona ve ark., 1992). Torabinejad ve ark.'nın yaptığı çalışmada MTA'nın sertleştikten sonra çözünürlüğünün amalgam ve Super-EBA'ya benzer olduğu bulunmuştur (Torabinejad ve ark., 1995). MTA'nın sertleşme süresi yaklaşık 3 saattir. Diğer materyaller ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, amalgamın sertleşme zamanı 4 dakika, IRM'nin 6 dakika, Super EBA'nın 9 dakika olduğu bulunurken, MTA'nın sertleşme zamanı 2 saat 45 dakika olarak bulunmuştur (Torabinejad ve ark., 1995). Bu çalışmaya göre amalgamın en kısa sürede, MTA'nın en uzun sürede sertleşen

materyal olduğu görülmektedir. Sahip olduğu özellikler ve potansiyeli düşünülecek olursa, MTA'nın sertleşme süresinin uzun olması en büyük dezavantajlarından biridir. Torabinejad ve ark. (Torabinejad ve ark., 1995) Gilmore iğnesi kullanarak yaptıkları çalışmalarında bu süreyi 2 saat 45 dk (± 5) olarak bildirirken, Vicat iğnesi kullanılan başka bir çalışmada bu süre 3 sa 22 dk olarak hesaplanmıştır.

İyi bir kök ucu dolgu materyalinin mümkün olan en kısa süre içerisinde, kök ucu kavitesinde anlamlı bir büzülme meydana gelmeden sertleşmesi beklenmektedir (Torabinejad ve ark., 1995). MTA'nın su ile karıştırılması durumunda sertleşmesi yaklaşık 4 saat sürmektedir. Uzun sertleşme süresi klinik olarak pek çok probleme neden olabilmektedir. Çünkü bu süre zarfında ağız florasındaki irritanlarla karşı karşılaşma riski artacaktır. Bir materyal ne kadar hızlı sertleşirse, boyut kaybı da o denli fazla olmaktadır. MTA'nın diğer materyallere nazaran daha uzun sürede sertleşmesi, boyut kaybı oluşmamasını sağlayabilir. Mikrosızıntıyı önlemesi açısından bu durum MTA'nın lehine bir özellik olabilir (Demirkaya K, 2006).

MTA'nın sertleşme sürecinin su veya kandan fazla miktarda etkilenmediğini gösteren çalışmaların yanında (Torabinejad ve ark., 1995), sertleşme süresince MTA'nın kan ürünleri ve su ile temas etmemesini öne süren çalışmacılar da bulunmaktadır (Kettering ve ark., 1995.). Torabinejad ve Chivian, yaptıkları çalışmaları sonucunda, eğer MTA karışımı hafif dehidrate olmuş ise su ile nemlendirilebileceğini veya sulu olmuşsa kuru bir pamuk pelet vasıtası ile fazla neminin alınabileceğini bildirmişlerdir. Bu nedenle kan veya tükürük ile temas ederse MTA'nın kuru pamuk pelet veya pamuk konlarla neminin alınması gerektiği bildirilmiştir (Torabinejad ve Chivian, 1999).

Küçükkaya ve ark. (Küçükkaya ve ark., 2019) yaptıkları çalışmada 40 tane tek kök insan dişinde internal rezorpsyonu simülasyonu yapıp MTA ve silikat bazlı simanı kullanarak dolun kalitesini micro-CT ile incelemişlerdi. Sonuçta, apikal kanal bölümündeki obtürasyon kalitesi, rezorpsiyon boşluğundakilerden önemli ölçüde düşük bulunmuştur. Bu bulguya benzer şekilde yeni bir vaka raporu apikal kanal kısmındaki kök kanalı dolununun perfore edici rezorpsiyonlu bir diş tedavisi için kalsiyum silikat bazlı bir siman kullanıldığında, rezorpsiyon boşluğunda olduğundan daha fazla boşluk oluşturduğunu göstermiştir (Asgary ve Nosrat, 2016).

2.6.5 MTA esaslı kanal dolum patları

Son yıllarda hayatımıza giren biyoseramikler; osteoindüktif etkisi, doku sıvılarının varlığında sertleşebilmesi, kanala yerleştirildikten sonra uzun süreli antibakteriyel etkisi, sızdırmazlığı, uzun çalışma süresi, sertleşirken genişerek kök kanalın içerisini boşluksuz doldurması ve tek kon tekniğini basitleştirmesi gibi özellikleriyle piyasaya sunulmuştur (Tyagi ve ark., 2013). Kullanılan kanal patının özelliklerin iyi bilinmesi ve klinik vakaya uygun olarak pat seçiminin yapılması tedavi prognozuna olumlu katkıda bulunacaktır.

Biyoseramikler, yalnızca kanal patı olarak değil amputasyon ve direkt kuafaj gibi vital tedaviler, apeksi kapanmamış dişlerde apikal tıkaç maddesi ve apikal rezeksiyon sonrası retrograd dolgu materyali olarak, iyileşmeye sağladığı avantajlar nedeniyle, klinik kullanımda alternatif malzemeler arasına girmektedir (Havza, 2012; Koch ve ark., 2013).

Biyoseramik esaslı patlar şu şekilde sınıflandırılmaktadır (Shenoy, 2010):

1. Kalsiyum-silikat-fosfat içerenler
 - a) iRoot SP
 - b) Bioseal
 - c) EndoSequence BC Sealer
 - d) Smartpaste Bio
 - e) Appetite kök kanal dolgu patı
2. Mineral Trioksit Agregat (MTA) içerenler
 - a) ProRoot EndoSealer
 - b) MTA Obtura
 - c) Endo CPM Sealer
 - d) Fillapex

Kök kanal tedavisinde kullanılan materyaller doğrudan periapikal dokularla ilişkide olabilmektedir. Bu nedenle, kök kanal tedavisinde kullanılacak materyallerin tercihinde biyouyumluluk önemli bir parametredir. İdeal kök kanal patının periapikal dokular tarafından iyi tolere edilebilen, apikal dokuları tahriş etmeyen ve tamir işlemini engellemeyen hatta iyileşmeyi uyarıcı özellikte bir ürün olmalıdır (Gültaş ve Keçeci, 2011). Ancak tüm bu özellikleri karşılayabilen bir kanal patının

bulunmaması nedeniyle, sürekli yeni bir kanal patı piyasaya sürülmektedir. Son zamanlarda biyoseramik esaslı patların üretilmesi de bu doğrultuda olmuştur. Biyoseramiklerin bioaktif, pöröz, osteoblast diferansiyonunu artırıcı, vaskularizasyonu sağlayıcı (Willershausen ve ark., 2013) ve osteokondüktif özellikleri üstün avantajlar sağlamaktadır. Güven ve ark. (Güven ve ark., 2013), insan diş germi hücresine biyoseramik esaslı patların sitotoksik etkisinin oldukça düşük olduğunu bulmuşlardır. Biyoseramiklerin, periodontal rejenerasyonu uyarması, hücreler arası bağlantıyı ve hücre diferansiyasyonu arttırdığı bilinmektedir (Lin ve ark., 2013). Periapikal bölgeye taşıdığı durumlarda enflamatuvar reaksiyona neden olmamaktadır (Chen ve ark., 2015). Chang ve ark.'nın yaptıkları çalışmada (Chang ve ark., 2014); biyoseramik esaslı patın, kalsiyum hidroksit esaslı pattan daha az proinflamatuvar mediatörler oluşturmasının yanı sıra daha fazla osteojenik potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. Bir başka çalışmada ise, iRoot SP ile AH Plus sitotoksiteseleri karşılaştırılmış, 3. günde AH plus'ın sitotoksitesi daha fazla bulunurken 2. hafta sonunda sitotoksitesinin azaldığı görülmüştür (Zhang ve ark., 2010). Loushine ve ark.'nın yaptığı çalışmada (Loushine ve ark., 2011) AH Plus'ın sitotoksitesinin zamanla azalmasına karşın, biyoseramik esaslı patın toksik olmadığını ve daha biyoyumlu bir materyal olduğu belirtilmiştir. De-Deus ve ark.'nın yaptıkları çalışmada (De-Deus ve ark., 2012) iRoot BP Plus ve MTA biyoyumlu bulunurken her ikisinin de sitotoksik etkisinin önemli düzeyde olmadığı saptanmıştır. Bu çalışmaların ışığında, biyoseramiklerin biyoyumlu olması, sementoblastik ve osteojenik aktiviteyi uyarması gibi sebeplerinden ötürü açık apeksli veya perforasyon oluşan dişlerin kök kanal dolumlarında alternatif bir pat olarak kullanılabileceği görülmüştür.

Biyoseramikler, nanoboyutta ve partiküler özellik taşıyan patlardır. Kalsiyum ve hidroksit iyonlarının çökmesi sonucu hidroksiapatit tabakası oluşmakta ve dolgu ile dentin duvarı arasında kimyasal bir bağlantı oluşmaktadır. Ayrıca, yüksek hidrofilik özelliği ve düşük yüzey gerilimi sayesinde kök kanal sistemine ve aksesuar kanallara kolayca yayılma göstermektedir. Böylece örtücülüğü yüksek bir tıkaçlama sağlamaktadır. Yapılan çalışmada smear tabakasının varlığı veya yokluğu bağlantıyı etkilemediği gösterilmiştir (Bidar ve ark., 2014). Pawar ve ark.'nın yaptıkları in vitro çalışmada (Pawar ve ark., 2014) lateral, aksesuar kanallar ve diğer anatomik

varyasyonlar nedeniyle apikal sızıntının tam olarak engellenemediği bulunmuştur. Ayrıca AH Plus ve iRoot SP arasında fark tespit edilememiştir. Bodrumlu ve ark. (Bodrumlu ve ark., 2013) apikal sızıntı düzeylerinin çeşitli irrigasyon solüsyonlarına göre etkilerini değerlendirdikleri çalışmalara göre, en az sızıntının şelasyon ajanlarıyla yıkanmış kanallarda görülmesi sebebiyle, biyoseramik esaslı kök kanal patlarının da apikal tıkaçlama özelliklerinin artırılması için şelasyon ajanlarıyla birlikte kullanılmasını önermiştir.

Nair ve ark.'nın yaptıkları çalışmada (Nair ve ark., 2011) kök ucu dolgularından olarak EndoSequence BioCeramic materyal ve MTA'nın benzer düzeyde örtücülük kabiliyeti olduğu belirtilmiştir. Shokouhinejad ve ark.'nın yaptıkları çalışmada (Shokouhinejad ve ark., 2012); iki farklı kıvamdaki biyoseramik pat ile MTA'nın kök ucu dolgusundaki kenar uyumları karşılaştırılmış olup transversal kesit incelemesinde MTA ve biyoseramiklerin benzer düzeyde kenar uyumu gösterdiği belirtilirken; dikine kesitte biyoseramik patların dentin duvarlarıyla arasında oluşan boşlukların MTA'dan daha fazla olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, kök ucu dolgusu olarak biyoseramiklerin kullanılacağı durumlarda daha yoğun kıvamda hazırlanmasının kenar uyumunu arttıracakları bildirilmiştir. Bidar ve ark.'nın yaptığı kalsiyum silikat esaslı patların apikal sızıntı düzeyleri ile smear tabakası ilişkisi araştırıldığı çalışmada (Bidar ve ark., 2014) smear tabakasının mevcudiyeti veya uzaklaştırılmasının apikal örtücülüğü etkilemediği bildirilmiştir. Leal ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (Leal ve ark., 2013) kök ucu dolgu materyali olarak kullanılan iRootPlus ile beyaz MTA arasında apikal örtücülük açısından bir fark görülmemiştir. Bu çalışmalar ışığında, biyoseramiklerin örtücülük özelliği smear tabakası mevcudiyetinden etkilenmezken kabul edilebilir bir tıkaçlama özelliği sunduğu görülmektedir.

Akıcılık, kanal genişletme işlemlerinden sonra kanal duvarları üzerinde oluşan düzensizliklerin kanal patı ile doldurulmasını sağlayan özelliktir. Kanal patı akıcı olmadığında patın bu girintilere girmesi oldukça zor iken, fazla sulu kıvamda olduğunda ise, periradiküler alana taşma riski oluşabilmektedir. Candeiro ve ark.'nın yaptığı çalışmada (Candeiro ve ark., 2012) biyoseramiklerin akıcılığının, patların sahip olması gereken minimum akıcılığın üstünde olduğu bildirmiştir. Zhou ve ark.'nın yaptığı çalışmada (Zhou ve ark., 2013) MTA Fillapex ve Endosequence BC

patlarının viskozitesi ve boyutsal stabilitesinin olduğu ISO standartlarına göre kabul edilebilir düzeyde belirtilmiştir.

Kök kanal dolgu materyallerinin dentin duvarlarına bağlanabilirliği, hem statik hem de dinamik açılardan önemlidir. Statik durumda bağlantı, kanal dolgusu ve duvarlar arasında mikrosızıntıya neden olabilecek boşlukları elimine etmelidir. Dinamik bağlantı durumunda ise kanal dolgusu yapıldıktan sonraki uygulamalar sırasında kanal dolgusunun dentine olan bağlantısının bozulmaması ve dişle birlikte monoblok bir yapı oluşturarak yapısal işlevi artırması beklenmektedir. Topçuoğlu ve ark.'nın (Topçuoğlu ve ark., 2013) kök kırılma dirençlerini incelediği çalışmada, biyoseramik kanal patıyla doldurulan köklerin, MTA esaslı patlarla doldurulanlara göre kırılmaya karşı daha dirençli olduğunu bildirmiştir. Ghoneim ve ark.'nın yaptığı çalışmada (Ghoneim ve ark., 2011) biyoseramik esaslı patın gutta perka ve Activ GP ile kullanıldığında endodontik tedavi yapılmış dişlerin kırılma dirençlerinin arttığı ancak Activ GP ile beraber kullanılmasının, bu direnci daha da arttırdığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, dentine bağlanma özelliği bulunan bu patın, aşırı madde kaybı olan dişlerde ve/veya genç yaşta gangrenolmuş geniş pulpa boşluğu bulunan dişlerin kök kanal tedavilerinde, alternatif bir kanal dolum patı durumundadır.

Çoğu endodontik tedavi başarısızlıklarının başlıca sebebi, kök kanal dolgu materyali ile dentin duvarı arasından mikroorganizmaların koronal ve/veya apikal yönden sızıntı oluşturulmasıdır. Ayrıca kök kanallarının dolumu esnasında kanal sisteminde belli bir düzeyde mikroorganizmalar kalabilmektedir. Bu nedenle, kök kanal patlarının antimikrobiyal özelliklerinin olması kanal tedavisinin başarısına katkıda bulunmaktadır. Biyoseramik patlar biyolojik etkinliklerini sahip oldukları bazik pH ($pH < 12$), yüksek Ca^{+2} iyonlarının salımı ve hidroksiapatit oluşumu ile göstermektedir (Borges ve ark., 2012). Candeiro ve ark. (Candeiro ve ark., 2015), biyoseramik esaslı patların *Enterococcus faecalis*'e karşı antibakteriyel etkilerinin olduğunu bildirirken, oldukça az sitotoksitesi olduğunu da belirtmiştir. Bu çalışmalar ışığında; biyoseramik kanal patından antibakteriyel etkinlik beklendiği durumlarda düşünülebilecek bir seçenektir.

İdeal bir kök kanal patının sahip olması gereken özelliklerinden biri de, radyografide komşu anatomik yapılardan rahatlıkla ayırt edilebilmesi ve kök kanal

dolgunun kalitesinin değerlendirilebilmesi için dentinden daha fazla radyoopasiteye sahip olmasıdır (Önem ve ark., 2012). Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu'nun (ISO) belirlediği yönergeye göre, kök kanal patlarının radyoopasitesi en az 3 mm alüminyum (Al) olması gerekmektedir (International Organization for Standardization, 2001). Biyoseramiklerin radyoopasite değeri 3.8 mm Al olarak bulunmuştur. Biyoseramiklerin radyoopasitesi içeriğindeki zirkonyum oksit, baryum sulfat ve kalsiyum tungstate ile sağlanmaktadır (Camilleri ve Gandolfi, 2010). Canderio ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise EndoSequence BC Sealer'in radyopasitesini ISO'ya göre kabul edilen seviyede, ancak AH Plus patından düşük bulmuştur. Biyoseramiklerin yeterli radyoopasitesinin olması nedeniyle, kök kanal dolgularında kullanımında, kanal dolgu kalitesinin değerlendirilmesinde hekime avantaj sağlaması açısından alternatif bir pat olarak kabul edilmektedir.

Çözünürlük, bir maddenin sıvı içerisinde moleküllerine ayrılabilme özelliğidir. Kök kanal dolgu patının çözünür olması, patla dentin ya da patla gutaperka arasında boşluklar oluşmasına neden olarak kök kanal tedavisinin başarısızlığına yol açabilmektedir. Kök kanal patları, kök kanal sistemi içinde çözünmemeli ya da çok az çözünürlük göstermelidir. Ayrıca periapikal dokularla temasında yabancı cisim reaksiyonu oluşturmadan çözünmesi gerekmektedir. Biyoseramikler kök kanalında kimyasal olarak stabil kalmakta ve apikalden taşıdığı bir süre sonra çözünmektedir (Shinbori ve ark., 2015). Borges ve ark. (Borges ve ark., 2012) distile suya maruz bırakıldığında, biyoseramik esaslı patların yüzeyinde kalsiyum ve karbon molekülleri şeklinde çözünme gösterdiğini bildirmektedir. Yapılan başka bir çalışmada (Zhou ve ark., 2013) biyoseramik esaslı patların epoksi rezin ve silikon esaslı patlardan çözünürlüğü fazla bulunmuştur. De Siqueira Zuolo ve ark. (De Siqueira Zuolo ve ark., 2016) biyoseramik esaslı patların kanallardan tam olarak uzaklaştırılmadığını ve retreatment işlemi için daha çok zamana ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Bu çalışmalar ışığında kök kanal dolgusu için, biyoseramikler kanal içerisinde rezorbe olmazken, periapikal dokulara temas ettiğinde toksisite göstermeden rezorbe olabilmesi nedeniyle alternatif bir pattır. Ancak tekrarlayan tedavilerde sökülmesinin zorluğu unutulmaması gereken bir husustur.

Kök kanal tedavisinde kullanılan patlar, hekim için yeterli çalışma süresi sunmalı ve sertleşirken çevre dokularla uyumlu olmalıdır. Biyoseramikler, hidrofilik

özelliği nedeniyle dentin tübüleri içerisindeki suyu çekerek sertleşmektedir (Prati ve Gandolfi, 2015). Su, kan, dentin sıvısı, tükürük gibi sıvıların varlığında da sertleşebilmektedir. Çalışma süresi ideal kabul edilmekte birlikte ve sertleşme süresi yaklaşık olarak dört saattir (Chard ve ark., 2013). Sertleşme sonucunda hidroksiapatit yapı oluşmakta ve sertleşirken %0,2-6'lık bir genişleme göstermektedir. Yapılan bir çalışmada biyoseramik esaslı patların boyutsal değışim oranının ISO 6876/2001 tarafından kabul edilen düzeyde olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bu patların alkalın pH gösterdiği de belirtilmiştir.

Film kalınlığı, kanal patının belirli bir yük altında sahip olduğu minimal kalınlık olarak tanımlanmaktadır. Film kalınlığın küçük olması, pata, daha iyi adaptasyon yeteneği kazandırmakta ve bu da kanal içerisindeki düzensizliklere, boşluklara ve dentin tübülerine girişini sağlamaktadır (Wennberg ve Orstavik, 1990). Zhu ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada (Zhu ve ark., 2014) biyoseramiklerin film kalınlığının ISO 6876/2001 normlarına uygun olmakla birlikte, film kalınlığının epoksi rezin ve çinko oksit ojenol esaslı kanal patlarından fazla olduğunu bildirilmiştir.

2.6.6 Epoksi esaslı kanal dolum patı

Epoksi rezin esaslı kök kanal dolgu patları diş dokusuna bağlanabilmeleri, çalışma zamanlarının yeterli olması, kolay hazırlanabilmeleri ve sızdırmazlık özelliklerinin iyi olması gibi avantajları nedeniyle endodontik uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

İlk defa 1954 yılında Schroeder tarafından sunulan AH26 (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Almanya) rezin grubu toz/likit sistemiyle hazırlanan bir preparattır. Bisfenol diglisidileter bir katalizör olan heksametilen tetraminle birleşerek polimerize olur ve bu sırada bir miktar formaldehit açığa çıkar. Böylece antiseptik etki sağlanmış olur. Polimerizasyon büzülmesi göstermemesi, nemli ortamda bozulmaması, dentine yüksek adaptasyon göstermesi bu patın önemli özellikleridir (Grossman, 1976; McComb ve Smith, 1976). Bunun yanında yavaş sertleşen bir pattır. Son yıllarda kök kanal patlarının içeriğinde gümüş bulunması, dişleri boyamasından ve dokularda irritasyona neden olmasından dolayı tartışmalara yol açmıştır. Piyasaya sürülen yeni AH 26'lardan gümüş ve titanyum dioksit çıkarılmış, heksametilen tetramin oranı ise %25'den %20'ye düşürülmüştür (Zıraman, 1993). Gümüşlü ve gümüşsüz AH 26 ile yapılan toksisite çalışmasında

benzer iltihabi reaksiyonlar gözlenmiştir (Zıraman, 1993). Makaslama bağlanma dayanımı endodontik patların dentine adezyonunu ortaya koyan bir test metodudur. AH 26 ile yapılan bir çalışmada, AH 26'nın diğer endodontik patlara (CRCS, Apexit, PCS, Ketac-Endo, Bioseal) göre daha yüksek bağlanma dayanımı gösterirken, yine epoksi rezin esaslı bir kanal patı olan Sealer 26'dan daha düşük bağlanma dayanımına sahip olduğu ortaya konmuştur (Tagger ve ark., 2002).

AH 26'nın epoksi amin kimyası korunarak, renkleşme eğilimi ve formaldehit açığa çıkışı elimine edilerek AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Almanya) geliştirilmiştir. Çift patlı bir sistemdir ve sertleşme zamanı 4 saattir. İki pat karıştırıldıktan sonra polimerizasyon reaksiyonu başlar. Bu reaksiyonda artık monomer kalmadığı ileri sürülmektedir (Alaçam, 2000). Materyalin büzülmesi ve çözünürlüğü azaltılarak boyutsal stabilitesi sağlanmıştır. Film kalınlığı 26 µm'dir. Akma özelliği kolay karıştırmayı sağlar. Kanala kolay yerleştirilmesi amacıyla hafif tiksotropik olarak hazırlanmıştır (Alaçam, 2000) .

AH Plus'ın sızdırmazlık özelliği büyük ölçüde smear tabakasına bağlıdır (Çobankara ve ark., 2002). Smear tabakasının varlığı endodontik patların tıkama özelliklerini değiştirmektedir (Pommel ve ark., 2003). Bununla birlikte, smear tabakasının varlığının AH Plus'ın bağlanma dayanımını değiştirmediğini, smear tabakasının varlığında veya yokluğunda meydana gelen başarısızlık tipinin değişmediği ortaya konmuştur (Okşan ve ark., 1993). Bu durum tübüllerde pat tıkaçlarıyla meydana gelen mikromekanik retansiyonun, adezyonu etkileyen tek faktör olmadığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, tübüler penetrasyon açıkça endodontik patların kimyasal ve fiziksel özelliklerine de bağlıdır (Okşan ve ark., 1993).

Endodontik patların dentine bağlanmaları kadar guta-perka veya kullanılan dolgu materyaline de bağlanması, oluşturulacak monoblok yapı ve dolgunun bütünlüğü açısından oldukça önemli bir parametredir. AH Plus, guta-perkaya dentinden daha iyi bağlanmaktadır (Lee ve ark., 2002). AH Plus, dentine makaslama bağlanma dayanımı testinde %30 koheziv başarısızlık gösterirken, %70 yalnızca adeziv başarısızlık göstermiştir. Guta-perkaya ise, %40 koheziv, % 60 karışık başarısızlık göstermiştir (Lee ve ark., 2002) . Dentine uygulanan yüzey hazırlayıcı solüsyonlar (EDTA, sitrik asit, fosforik asit) AH Plus'ın dentine ve gutaperkaya

adezyonunda anlamlı bir artışa neden olmamış, en yüksek bağlanma dayanımı distile suyla irrigasyonda ve koheziv başarısızlık olarak görülmüştür (Saleh ve ark., 2002). AH Plus nem kontaminasyonundan etkilenmektedir. Bu da doku sıvılarının bulunduğu periapekte, apikal sızdırmazlığı olumsuz yönde etkilemektedir



3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu araştırmanın çalışma protokolü, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu tarafından 26.04.2018 tarihinde 2018-182 protokol numarası ile onaylanmıştır (Ek-1).

3.1. Örneklerin Seçilmesi

Çalışmamızda, 100 adet periodontal, protetik ve ortodontik nedenlerle yeni çekilmiş üzerinde herhangi bir restoratif işlem olmayan, kronunda ve köklerinde kırık, çatlak bulunmayan, çürüksüz, apeksleri kapanmış tek köklü ve tek kanallı üst çene anterior dişler kullanıldı.

Çalışmaya dahil edilen dişlerin radyografik incelemesinde, dişlerin kök gelişimini tamamlamış olmasına ve normal kök morfolojisine sahip olmasına dikkat edildi. Dişler çalışma süresi içerisinde %10'luk formalin solüsyonu içerisinde muhafaza edildi. Dişlerin üzerindeki diş taşları, organik debris ve yumuşak dokular, kavitron (Cavitron®, Siemens, Germany) vasıtasıyla dişlerin kök yüzeylerine zarar vermeden dikkatlice temizlendi ve dişler kullanılmaya kadar oda sıcaklığında %0,9'luk serum fizyolojik içerisinde saklandı.

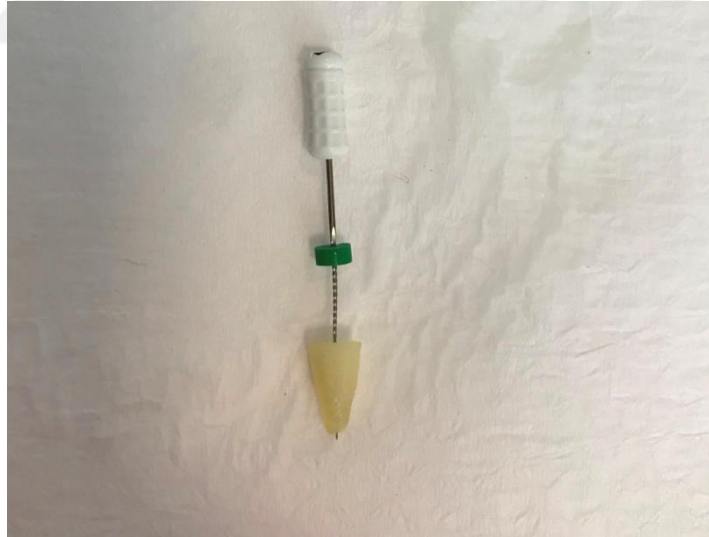
3.1.1.Kök Kanallarının Genişletilmesi ve Doldurulması

Dişlerin kök boyu standardizasyonunu sağlamak için elmas fissür frez ile su soğutması kullanılarak apeksten 10 mm uzaklıkta olacak şekilde kesildi (Resim 1).



Resim 1. Kök standartizasyonu yapılmış diş örnekleri

Köklere standart giriş kavimleri açıldıktan sonra 15 numaralı K tipi eğe (Dentsply Maillefer®, Ballaigues, Switzerland) kanal boyunca ilerletilerek apikal bölgede herhangi bir tıkanıklığın olup olmadığı kontrol edildi (Resim 2).



Resim 2. K tipi eğe ile kanal boyu tespiti

Apikal bölgesi tıkalı olan kökler çalışmaya dahil edilmedi. Tüm kanallar endodontik mikromotor (X-Smart plus®, Dentsply Maillefer, İsviçre) (Resim 3) vasıtasıyla üretici firma talimatları doğrultusunda, nikel titanyum ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) döner eğeleriyle X3e kadar apikal foramen açık

olacak şekilde crown down tekniğiyle genişletildi.



Resim 3. X-Smart plus endomotor

Kanallar her eğe değişiminden sonra 2 ml % 5,25'lik NaOCl (Wizard, Rehber Kimya, İstanbul, Türkiye) ile yıkandı.

Hazırlanan tüm örnekler rastgele olarak 9 farklı deney grubuna ayrıldı (n=10). Geri kalan 10 adet diş ise pozitif (n=5) ve negatif (n= 5) kontrol grubu olarak kullanıldı (Tablo 5.1)

Tablo 1. Çalışma grupları

Grup	n	Apikal genişlik (ISO)	Kanal dolgu maddesi
1	10	40	MTA (Proroot MTA, Dentsply)
2	10	40	MTA esaslı pat (Fillapex, Angelus) ve guttaperka
3	10	40	Epoksi esaslı kanal patı (AH-plus, Dentsplay) ve guttaperka
4	10	80	MTA
5	10	80	MTA esaslı pat ve guttaperka

6	10	80	Epoksi esaslı kanal patı ve guttaperka
7	10	120	MTA
8	10	120	MTA esaslı pat ve guttaperka
9	10	120	Epoksi esaslı kanal patı ve guttaperka
10	5	120	Pozitif kontrol grubu. Patsız guttaperka.
11	5	120	Negatif kontrol grubu. Yapışkan mum.

Grup 1, 2 ve 3: Kök kanalları apeksi açık olacak şekilde *Step-Back* tekniğine göre prepare edildi. Preparasyon işlemine 30 no'lu K tipi eğe ile başlandı ve çalışma uzunluğu boyunca 40 no'lu K tipi eğeye kadar preparasyon yapıldı. Koronal preparasyon ise 3 no'lu *Gates Glidden* (Mani®, GatesDrills, Japan) frezleriyle yapıldı.

Grup 4,5 ve 6: Kök kanalları apeksi açık olacak şekilde *Step-Back* tekniğine göre prepare edildi. Preparasyon işlemine 30 no'lu K tipi eğe ile başlandı ve çalışma uzunluğu boyunca 80 no'lu K tipi eğeye kadar preparasyon yapıldı. Koronal preparasyon ise 3 ve 4 no'lu *Gates Glidden* frezleriyle yapıldı.

Grup 7, 8, 9, 10 ve 11: Kök kanalları apeksi açık olacak şekilde *Step-Back* tekniğine göre prepare edildi. Preparasyon işlemine 30 no'lu K tipi eğe ile başlandı ve çalışma uzunluğu boyunca 120 no'lu K tipi eğeye kadar preparasyon yapıldı. Koronal preparasyon ise 3 ve 4 no'lu *Gates Glidden* frezleriyle yapıldı.

Grup 1, 4 ve 7: Hazırlanan kök kanalları Proroot MTA (Resim 4) ile dolduruldu.

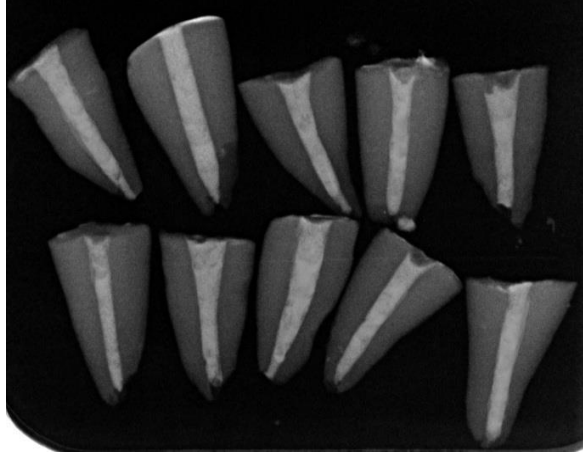


Resim 4. Proroot MTA, Dentsply

1 gr ProRoot MTA tozu 0,34 ml distile suyu tamamen absorbe ettikten sonra, bir spatula aracıyla minimum seviyede basınç uygulanarak 30 sn süreyle karıştırılmıştır. Hazırlanan ProRoot MTA, MAP sistemi ile (Resim 5) kök kanalına parçalar halinde taşınmış; her parça MTA 1/2 ve 3/4 no.lu pluggerlar ile kondanse edilmiştir. Dolum kalitesi radyografik olarak kontrol edilmiştir (Resim 6) .



Resim 5. MAP® MTA taşıyıcı sistemi.



Resim 6. Grup 7 kontrol radyografisi.

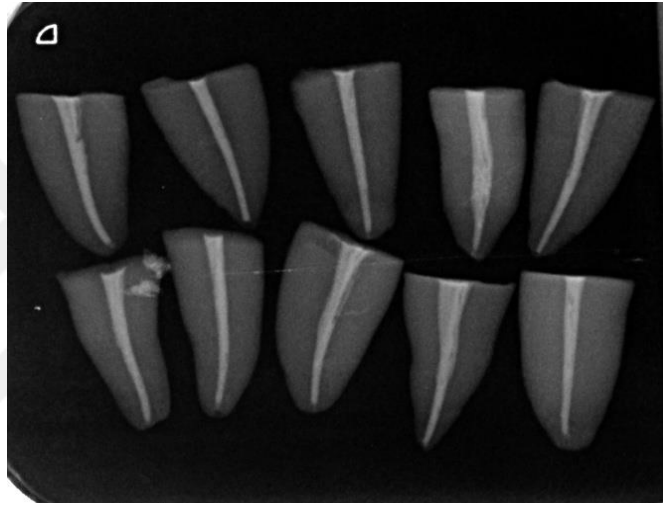
Grup 2, 5 ve 8'deki kök kanalları MTA esaslı kanal dolum patı (Resim 7) (Fillapex) ile gutaperka ve soğuk lateral kondensasyon tekniğiyle dolduruldu.



Resim 7. MTA esaslı kanal dolum patı (MTA Fillapex)

Hazırlanan kök kanalları kağıt koniler ile kurutuldu. Apikal çapları 40, 80 veya 120 no'ya kadar genişletilmiş olan kanallara üretici firmanın talimatlarına göre uygun kıvamda hazırlanmış kanal patı (Fillapex), kanal duvarlarını kaplayacak şekilde lentilo yardımıyla yerleştirildi. Grup 2, 5 ve 8'deki dişlerin kanallarına sırasıyla ana kon olarak 0.02 taper açısına sahip standart 40, 80 ve 120 no'lu gutaperka (Diadent®

ML. 029, Korea) hazırlanmış kanal patına sıvanarak kanala çalışma boyutunda yerleştirildi. Daha sonra uygun spreader kanala yerleştirildi ve gutaperka kona lateral kondensasyon yapıldı. Daha sonra yardımcı kon pata bulanarak kanala yerleştirildi ve tekrar lateral kondanzasyon işlemi uygulandı. Bu işleme spreader kanal ağzından 1-2 mm'den fazla giremeyinceye kadar devam edildi. Gutaperka konlar ısıtılmış bir ekskavator yardımı ile kanal ağzı hizasından kesildi. Dolum kalitesi radyografik olarak kontrol edildi (Resim 8) .



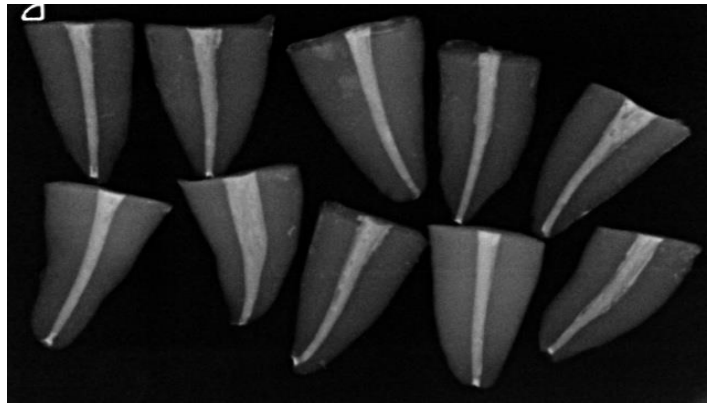
Resim 8. Grup 2 kontrol radyografisi

Grup 3, 6 ve 9'daki kök kanalları epoksi esaslı kanal dolum patı (AH-plus) (Res.9) ile gutaperka ve soğuk lateral kondensasyon tekniğiyle dolduruldu.



Resim 9. Epoksi esaslı kanal dolum patı (AH-plus)

Apikal çapları 40, 80 veya 120 no'ya kadar genişletilmiş olan kanallara üretici firmanın talimatlarına göre uygun kıvamda hazırlanmış kanal patı (AH-plus) , kanal duvarlarını kaplayacak şekilde lentilo yardımıyla yerleştirildi. Ana kon olarak 0.02 taper'e sahip standart 40 (Grup 3 için),80 (Grup 6 için) ve 120 no'lu (Grup 9 için) gutaperka (Diadent ML) hazırlanmış kanal patına sıvanarak kanala çalışma boyutunda yerleştirildi. Daha sonra uygun spreader kanala yerleştirildi ve gutaperka kona lateral kondansasyon yapıldı. Daha sonra yardımcı kon pata bulunarak kanala yerleştirildi ve tekrar lateral kondansasyon işlemi uygulandı. Bu işleme spreader kanal ağından 1-2 mm'den fazla giremeyinceye kadar devam edildi. Gutaperka konlar ısıtılmış bir ekskavator yardımı ile kanal ağı hizasından kesildi. Dolum kalitesi radyografik olarak kontrol edilmiştir (Res. 10).



Resim 10. Grup 1 kontrol radyografisi

Grup 10 pozitif kontrol grubundaki kök kanalları soğuk lateral kondensasyon yöntemiyle patsız gutaperka ile dolduruldu.

Grup 11 negatif kontrol grubundaki kök kanalları, kanallar yapışkan mumu ile dolduruldu.

Kök kanallarının şekillendirme ve dolum sonrası örnekler 37 °C ve %100 nem ortamında kanal dolgu mazlemelerinin tamamen sertleşmesi için 4 gün (96 saat) bekletildi.

Köklerin dış yüzeyleri (hem deney grubu hem de kontrol grubu kökleri), apikal 2 mm'lik bölüm hariç aksesuar kanallara bakteri girişini engellemek için iki kat oje ile kaplandı.

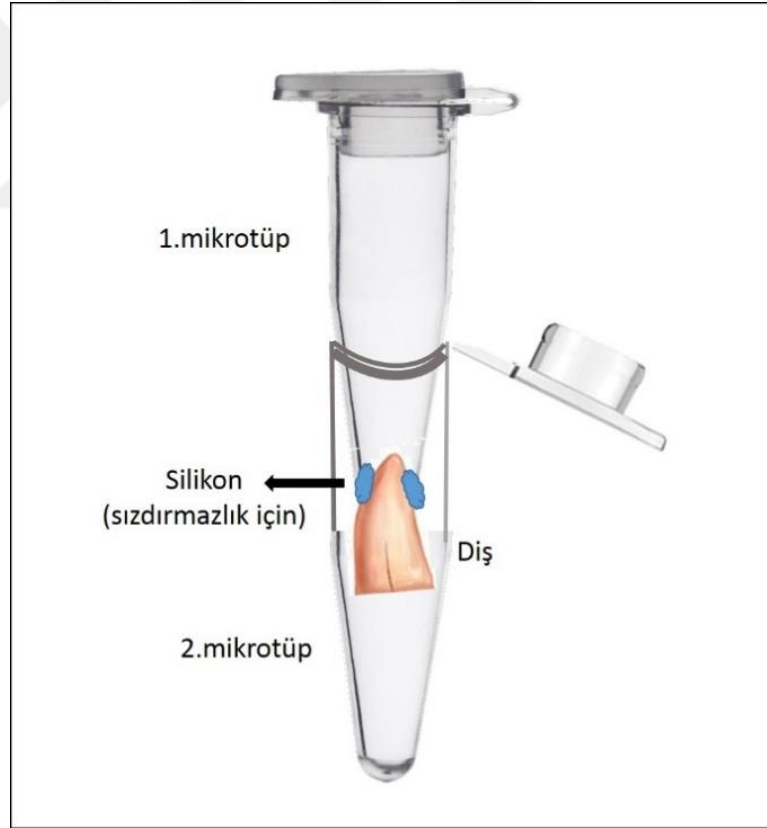
3.2 Bakteri suşunun hazırlanması

Çalışmamız Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarında Yrd. Doç. Dt. Burak Aksu gözetiminde gerçekleştirildi.

Tez çalışmasında Gram negatif, hareketli patojen bir bakteri olan *Proteus vulgaris* klinik suşu kullanıldı. Bakteri -80°C derin dondurucudan çıkarılarak, %5 koyun kanlı agarbesiyerine (BioMérieux, Fransa) pasaj yapıldı. Kültür plakları 37°C'de 24 saat süreyle inkübe edildi. İnkübasyon sonrasında üreyen *P.vulgaris* kolonilerinden seçilerek,steril 20 ml Mueller Hinton Broth (MHB,BioMerieux) sıvı besiyerine ekim yapıldı ve çalkalamalı inkübatör içerisinde, 250 rpm hızında 37°C'de 24 saat süreyle inkübe edildi. Ertesi gün sıvı kültürde üreyen bakteri yoğunluğunun saptanması için spektrofotometrede (Synergy H1, Biotek, USA) 600 nm dalga boyunda ölçüm yapılarak, son bakteri konsantrasyonu 0.5McFarland olacak şekilde (yaklaşık 1×10^8 bakteri/ml) sıvı kültürden 350 ml taze MHB besiyerine aktarıldı. Elde edilen sıvı kültür bakteri geçiş testi deneylerinde kullanıldı.

3.2.1 Bakteri Geçiş Testi Düzeneginin Oluşturulması

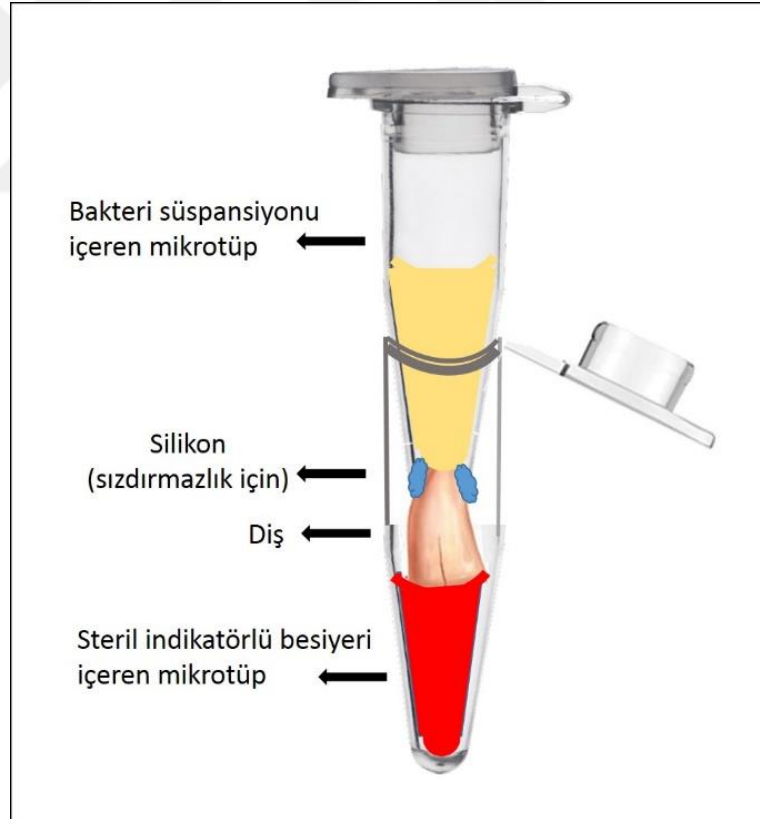
Bakteri geçiş testi düzenegini oluşturmak için 1.5 ml'lik polipropilen mikrosantrifüj tüpleri kullanıldı. Mikrosantrifüj tüpünün alt ucu havya ile ısıtılarak erimesi sağlandı ve hazırlanan diş, tüpün alt ucuna yerleştirildi. Diş ile tüp cidarı arasından sızmayı engellemek için, dişin yerleştirildiği kısım silikon yardımıyla kapatıldı. Düzenekler hazırlandıktan sonra, deney öncesinde Koşuyolu Kalp ve Damar Hastalıkları Hastanesi Merkezi Sterilizasyon Ünitesi'nde etilen oksit sterilizasyon sistemi ile sterilize edildi. Etilen oksit sterilizasyon prosedürü, %60 nem ve 50°C'de 1000 mg/L gaz konsantrasyonunda 5 saat maruz kalma süresi ile gerçekleştirildi. İndikatör içeren besiyerinin bulunacağı mikrosantrifüj tüpleri de ilk tüple aynı ebatta seçildi ve sterilize edildi. Sıvı bakteri kültürü ve indikatörlü sterilsıvı besiyeri eklenmeden önce bakteri geçiş testi düzeneginin yapısı alttaki şekilde gösterilmiştir. (şekil 1)



şekil 1. Test düzenegi

3.2.2 Bakteri Geçiş Testi deneyi

Bakteri geçiş testi düzeneğinde yer alan üstteki mikrosantrifüj tüpüne, 0.5McFarland konsantrasyonunda yani 1×10^8 bakteri/ml içerecek şekilde hazırlanan *P.vulgaris* süspansiyonundan aseptik koşullarda 1 ml aktarıldı. Bakteri geçiş testi düzeneğinde yer alan alttaki mikrosantrifüj tüpüne ise dişin alt ucunun içine dalmasını sağlayacak şekilde fenol-red indikatörlü sıvı besiyeri (0.018 gr/L fenol red içeren Mueller Hinton broth besiyeri) aseptik koşullarda eklendi. Hazırlanan düzenekler 37 0C'de inkübasyona kaldırıldı. Her 24 saatte bir üstteki mikrosantrifüj tüpünde bulunan *P.vulgaris* süspansiyonu tazesı ile değiştirildi. Sıvı bakteri költürü ve indikatörlüsterilbesiyeri eklendikten sonra bakteri geçiş testi düzeneğinin yapısı alttaki şekilde gösterilmiştir. (şekil 2)



şekil 2. Bakteri geçişi gerçekleşmiş düzeneğın görüntüsü

Bakteri geçişi, fenol-red indikatörlü sıvı besiyerine ulaşan bakterinin üremesi ile

ortam pH'sının aside kayması sonucu düzenekte altta yer alan mikrosantrifüj tüpü içerisindeki besiyeri renginin sarıya dönmesi ile saptandı. Renk değişimi gözlemlenen tüplerden aseptik koşullarda örnek alınarak, Gram boyama yapıldı ve %5 koyun kanlı agarbesiyerine (BioMérieux, Fransa) pasaj yapıldı. Kültür plakları 37C'de 24 saat süreyle inkübe edildi. Ertesi gün üreyen bakterikolonilerinden örnek alınarak MALDİ-TOF MS sistemi (VITEK MS, bioMérieux) ile bakteri tanımlama işlemi gerçekleştirildi ve *Proteus vulgaris* olduğu doğrulandı.

Deney süresince (60 gün) kullanılan düzenekler günlük kontrol edilerek mikrobiyal sızıntı tespit edildiğinde sızıntı günü kaydedildi.

3.3. İstatiksel Analiz

Verilerin analizi SPSS 20 istatistik paket programında yapıldı. Verilerin dağılımının normal dağılıma sahip olup olmadığı Kolmogorov - Smirnov (KS) ve Shapiro Wilk (SW) testi ile varyansların homojenliği ise Levene testiyle araştırıldı. Verilerin normal dağılmadığı tespit edildi ve kanal dolgu patlarına göre ve kök ucu genişliklerine göre ayrılan gruplar arasında mikrobiyal sızıntı günü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı Kruskal Wallis testiyle incelendi. $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Bakteriyel Sızıntı Testi Bulguları

Çalışmamızda pozitif kontrol grubunda 3 gün içerisinde tüm örneklerde sızıntı gözlenirken, negatif kontrol grubunda deney süresince herhangi bir sızıntıya rastlanılmamıştır. Grup 1'deki 5 diş örneği 60 gün içerisinde sızıntı göstermemiştir. Deney gruplarına ait bakteriyel sızıntı günü değerleri Tablo 2, 3 ve Şekil 3, 4'te verilmiştir.

Örnek sayısı		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama sızıntı günü
Deney grupları	1-ISO 40/MTA	51	-	59	-	58	-	-	55	-	60	58.3
	2-ISO 40/Fillapex	17	24	15	31	11	29	15	16	21	24	20.3
	3-ISO 40/AH Plus	47	51	34	26	48	37	59	52	54	49	45.7
	4-ISO 80/MTA	48	58	51	30	49	59	48	21	53	34	55.7
	5-ISO 80/Fillapex	9	13	7	19	18	11	8	9	11	12	11.7
	6-ISO 80/AH Plus	10	18	19	22	11	26	28	15	22	11	18.2
	7-ISO 120/MTA	31	44	55	38	44	57	33	48	29	42	42.1
	8-- ISO 120/Fillapex	4	7	12	11	8	10	11	9	8	13	9.3
	9-- ISO 120/AH Plus	9	11	18	3	21	15	9	12	8	12	11.8
10-Pozitif Kontrol	2	3	3	2	1							2.2
11-Negatif Kontrol	-	-	-	-	-							0

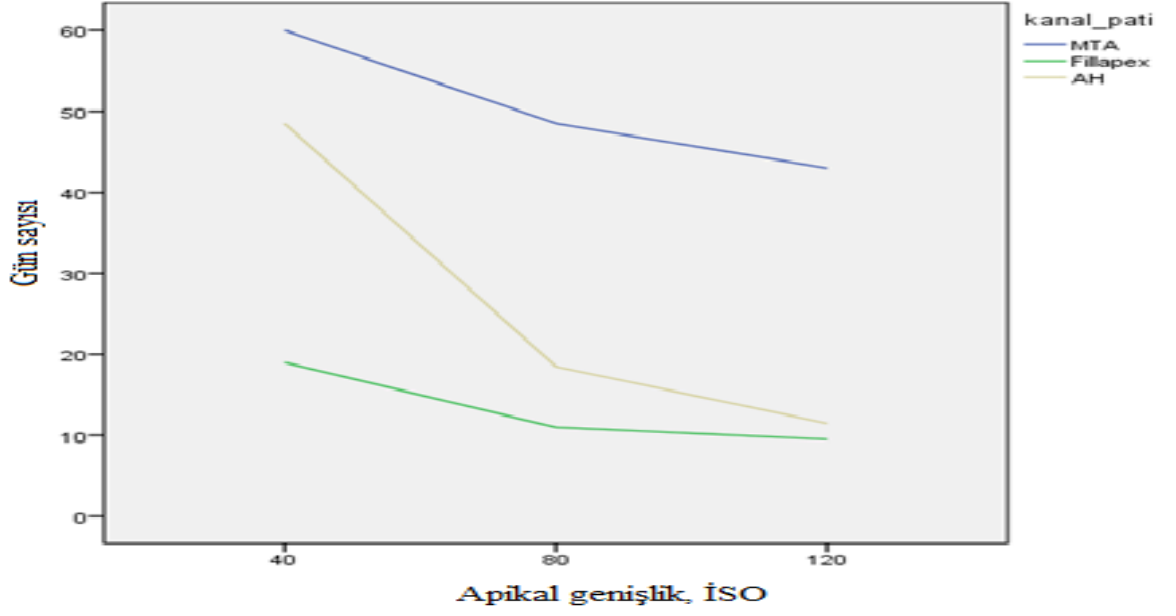
Tablo 2. Tüm gruplarda hesaplanan bakteriyel sızıntı günü dağılımı

Apikal genişlik (ISO)	Sızıntı günü		
	Ortanca	Maksimum	Minimum
40	48,5	60	11
80	19	59	7
120	12,5	60	2

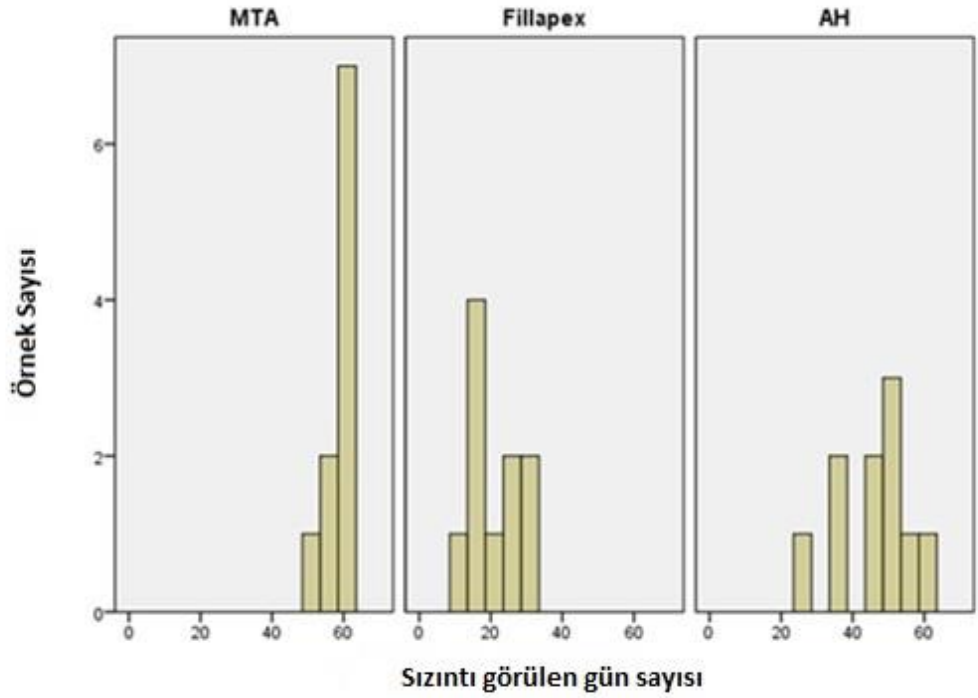
Tablo 3. Tüm gruplarda apikal genişlik (ISO) boyutuna göre sızıntı günü dağılımı

Apikal genişlikleri ISO 40, 80 ve 120 olarak oluşturulmuş tüm gruplar arasında bakteriyel sızdırmazlık açısından anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). Bakteriyel sızıntı günü için kök genişliği 40 ve 80 olan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). Bakteriyel sızıntı günü için kök ucu genişliği 40 ve 120 grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p = 0,001 < 0,05$).

Bakteriyel sızıntı günü için kök genişliği ISO 80 ve 120 grup ortalamaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p = 0,991 > 0,05$).



Şekil 3. Apikal genişlik (ISO) boyutuna göre ortalama sızıntı günü grafiği



Şeki 4. Tüm gruplarda kanal dolgu maddesine göre ortalama sızıntı günü değerleri

Tablo 4. Kullanılan kanal dolgu maddelerine göre ortalama sızıntı günü değerleri

Kanal patı	Gün sayısı			P
	Ortanca	Maksimum	Minimum	
MTA	51	60	21	<0.001
Fillapex	11.5	31	4	<0.001
AH plus	20	59	3	<0.001

Bakteriyel sızıntı günü için farklı apikal açıklık boyutu grubuları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p < 0,01$) bulunmuştur (Tablo 4).

Tablo 5. Tüm grupların kanal dolgu maddelerine göre ortalama sızıntı günü değerleri

Kanal Patı	N	Sızıntı günü sayısı	
		Ortalama	SD
MTA	30	48,5	$\pm 2,094$
Fillapex	30	13,77	$\pm 1,208$
AH plus	30	25,23	$\pm 3,038$

ISO=40 grubu ortalama sızıntı günlerine göre incelendiğinde ortalama bakteriyel sızıntı günü en fazla olan MTA grubu, ortalama bakteriyel sızıntı günü en az olan ise Fillapex grubudur (Tablo 5, 6). ISO=40 olduğunda bakteriyel sızıntı günü açısından MTA ve Fillapex grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p = 0,00 < 0,05$); MTA ve AH plus grup ortalamaları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p = 0,003 < 0,05$). Ayrıca, bakteriyel sızıntı

günü açısından Fillapex ve AH plus grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p=0,00 < 0,05$).

Apikal genişlik (ISO 40)		Sızıntı günü sayısı	
		Ortalama	SD
Dolum maddesi	MTA	58,3	±0,955
	Fillapex	20,3	±2,082
	AH plus	45,7	±3,218

Tablo 6. ISO 40 grubun kanal dolgu maddelerine göre ortalama sızıntı günü değerleri

ISO=80 grubunda sızıntı günü açısından MTA ve Fillapex grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p= 0,00 < 0,5$); MTA ve AH grup ortalamaları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p= 0,00 < 0,05$). Ayrıca, Fillapex grubunda, AH plus grubuna göre ortalama sızıntı günü istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha düşük bulunmuştur ($p= 0,014 < 0,05$) (Tablo 7).

Apikal genişlik (ISO 80)		Sızıntı günü sayısı	
		Ortalama	SD
Dolum maddesi	MTA	45,1	±3,973
	Fillapex	11,7	±1,274
	AH plus	18,2	±2,021

Tablo 7. ISO 80 grubun kanal dolgu maddelerine göre ortalama sızıntı günü değerleri

ISO=80 grubunda ortalama sızıntı günleri değerlendirildiğinde, ortalama bakteriyel sızıntı günü en fazla olan MTA grubu, en az olan ise Fillapex grubu bulunmuştur (Şekil 6.2)

ISO=120 grubunda sızıntı günü açısından tüm kanal patı grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p=0,00 < 0,05$) (Tablo 6.7). Ayrıca, MTA ve Fillapex grup ortalamaları arasında ($p= 0,00 < 0,05$) ve MTA ve AH plus grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmiştir ($p=0,00 < 0,05$) Ancak, Fillapex ve AH plus grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.

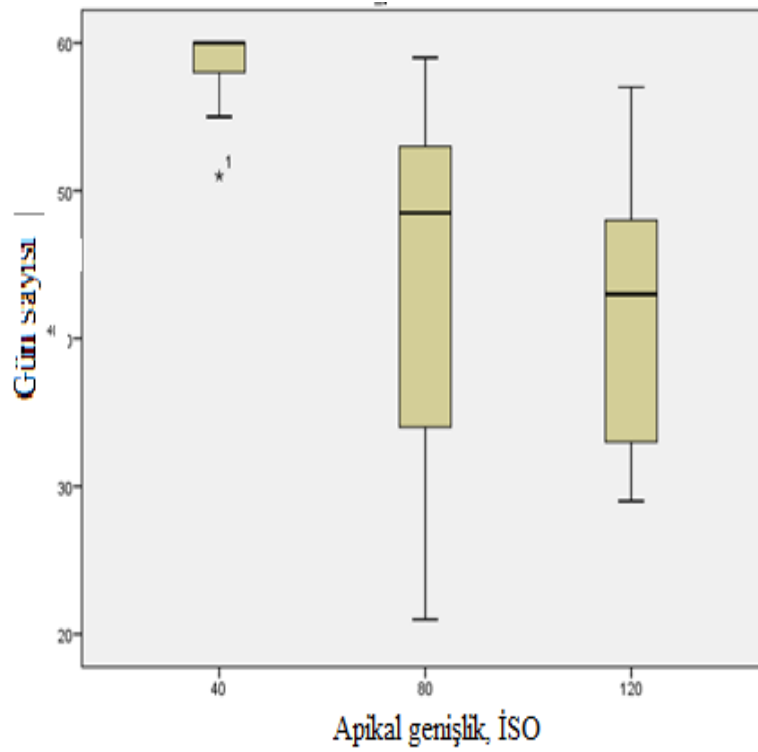
Apikal genişlik (ISO 120)		Sızıntı günü sayısı	
		Ortalama	SD
Dolum maddesi	MTA	42,1	$\pm 3,027$
	Fillapex	9,30	$\pm 0,844$
	AH plus	11,8	$\pm 1,638$

Tablo 8. ISO 120 grubun kanal dolgu maddelerine göre ortalama sızıntı günü değerleri

Dolgu maddelerinin ortalama sızıntı günü değerlendirmesi Tablo 9, 10, 11 ve Şekil 5, 6 ve 7'de gösterilmiştir.

MTA		Sızıntı günü sayısı		P
		Ortalama	SD	
Apikal genişlik , ISO	40	58.3	±3,02	<0.001
	80	45.17	±12,56	<0.001
	120	42.1	±9,57	<0.001

Tablo 9. MTA'nın apikal genişliğe göre ortalama sızıntı günü değerleri

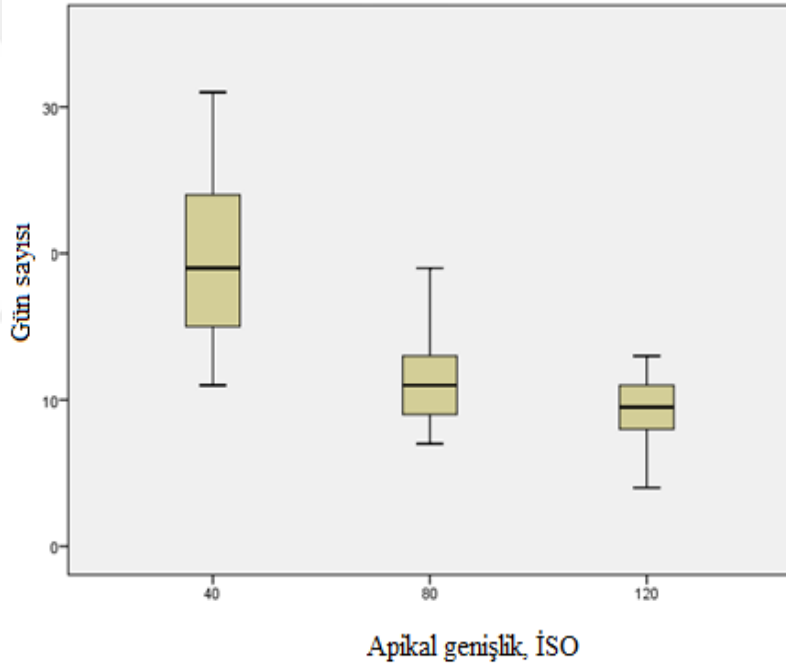


Şekil 5. MTA'nın apikal genişliğe göre ortalama sızıntı günü değerleri

MTA grubunda en uzun sızıntı günü sayısı ISO 40 grubunda, en az sızıntı günü sayısı ISO 120 grubunda elde edilmiştir. Grup 1'deki 5 örnekte (%50) 60 günlük deney süreci boyunca hiç sızıntı görülmemiştir (Tablo 9, Şekil 5).

Fillapex		Sızıntı günü sayısı		P
		Ortalama	SD	
Apikal genişlik, ISO	40	20.3	±6,58	<0.001
	80	11.7	±4,03	<0.001
	120	9.3	±2,67	<0.001

Tablo 10. Fillapex'in apikal genişliğe göre ortalama sızıntı günü değerleri

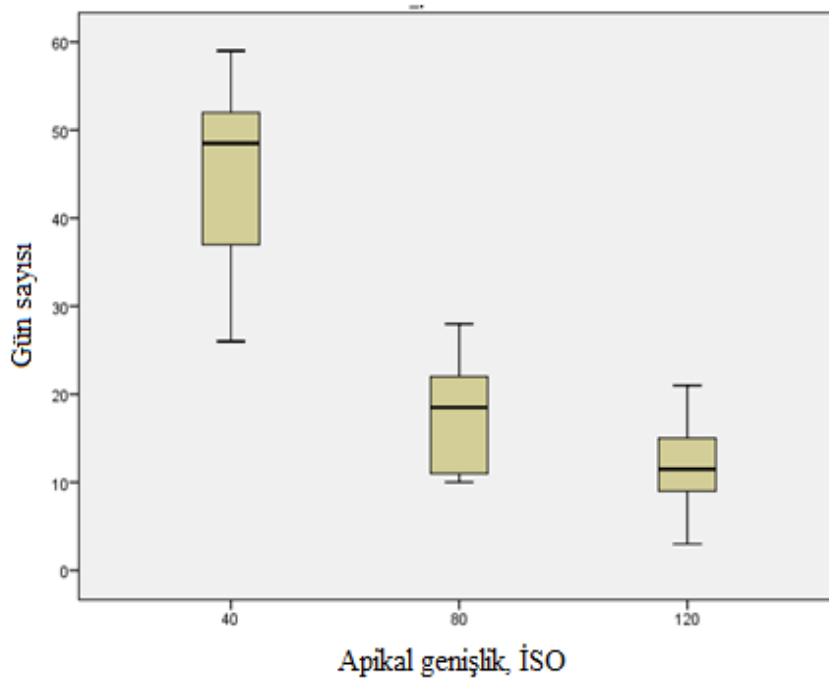


Şekil 6. Fillapex'nin apikal genişliğe göre ortalama sızıntı günü değerleri

Fillapex grubundaki bütün diş örneklerinde sızıntı görülmüştür. Fillapex grubunda en uzun sızıntı günü sayısı ISO 40 grubunda, en az sızıntı günü sayısı ISO 120 grubunda elde edilmiştir. (Tablo 10, Şekil 6).

AH plus		Sızıntı günü sayısı		P
		Ortalama	SD	
Apikal genişlik , ISO	40	45.7	±10,17	<0.001
	80	18.2	±6,4	<0.001
	120	11.8	±5,18	<0.001

Tablo 11. AH plus'ın apikal genişliğe göre ortalama sızıntı günü değerleri



Şekil 7. AH plus'ın apikal genişliğe göre ortalama sızıntı günü değerleri

AH-plus grubundaki deney süresi boyunca bütün örneklerde sızıntı görülmüştür. Diğer gruplara benzer şekilde, AH-plus grubunda da en uzun sızıntı günü sayısı ISO 40 grubu, en az sızıntı günü sayısı ISO 120 grubu göstermiştir. (Tablo 11, Şekil 7).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Endodontik tedavilerin başarısı, ideal şekilde hazırlanmış kök kanal preparasyonunu takiben, kök kanal boşluğunun periapikal dokulara karşı irritan olmayan, boyutsal değişiklik göstermeyen ve doku dostu bir kanal dolgu maddesi ile üç boyutlu olarak hermetik bir şekilde, apikalde dentin-sement birleşimine kadar doldurularak periapikal dokular ile temasın kesilmesi ve bu dokuların sağlığının korunmasıyla sağlanır Kök gelişimi tamamlanmamış dişlerde, apikale doğru açılan kök kanal duvarlarının inceliği ve apeksin çok geniş olması, kanal dolgusunda başarısızlığa sebep olmaktadır (Alaçam T., 2000).

Pulpa ve periapikal hastalıkların birçoğu bakteriler nedeniyle oluşmaktadır. Bu nedenle uzun dönem başarılı bir endodontik tedavi için bakterilerin kök kanal sisteminden tamamen arındırılması, endodontik tedavi esnasında ve sonrasında oral kavitede bulunan tüm mikroorganizmaların kök kanal sistemine tekrar geçişinin engellenmesi gerekmektedir (Seltzer ve Farber, 1994; Jensen ve ark., 2007).

Kök kanal dolgu teknikleri, obtürasyonun yapılabileceği bir apikal daralığa ihtiyaç duyduğundan, açık apekse sahip immatüre dişlerde apikal foramenin kalsifiye bir doku ile kapanmasının sağlanması veya yapay apikal bariyer kullanımı gerekmektedir (Bogen ve Kuttler, 2009; Al Ansary ve ark., 2009). Uzun süreli kanal içi kalsiyum hidroksit uygulamasını gerektiren geleneksel apeksifikasyon tekniği, apekte kalsifik bariyer oluşumunu indükleyebilmektedir (Al Ansary ve ark., 2009). Ancak tedavi süresinin değişkenliği, randevu ve alınan radyografi sayısının çokluğu, hasta takibinin güç olması, ertelenen tedaviler, uzun süreli kalsiyum hidroksit kullanımına bağlı artan kök fraktürü riski ve nihayet kök kanalında tekrar enfeksiyon gelişmesi gibi pek çok dezavantajı da bulunmaktadır (Andreasen ve ark., 2002; Sahebi ve ark., 2010). Özellikle uzun süreli kalsiyum hidroksit kullanımının olumsuz etkileri nedeniyle geleneksel apeksifikasyon tedavisine alternatif olarak gündeme gelen yapay apikal bariyer uygulaması (Coviello ve Brilliant, 1979; Pitts ve ark., 1984; Torabinejad ve Chivian, 1999) maksimum 2 seansta tamamlanmakta ve kök dentininin fiziksel özelliklerine zarar vermeden dişi endodontik yönden restore etmeye olanak sağlamaktadır (Mente ve ark., 2013; Cehreli ve ark., 2011).

Apeksifikasyon, geleneksel olarak, açık apeksli dişlerin tedavisinin ayrılmaz bir parçasını oluşturmaktadır. Kök ucu bariyeri oluşumunu indükleyerek bunu

kolaylaştırmak için çok sayıda yöntem ve malzeme önerilmiştir (enfeksiyon kontrolü, periradiküler dokularda bir kan pıhtısı indüksiyonu, antibiyotik patları ve çeşitli malzemelerle karıştırılmış kalsiyum hidroksit) (Lieberman ve Trowbridge, 1983; Das; 1980).

David ve ark.'nın yaptıkları çalışmada (David ve ark., 2008), apikal bariyer bulunmadığında MTA kullanarak 144 açık apeksli dişin kök kanal tedavisinin sonuçları retrospektif bir analizi yaparak incelemişlerdir. 1 yıl ve daha uzun süren kontrol edilen vakalarda tek seansta tedavi edilen dişlerin % 93,5'inde ve iki seansta tedavi edilen dişlerin de % 90,5'inde iyileşme olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda endodontik tedavideki başarısızlık nedenlerinin yaklaşık %60'ının kök kanal boşluğunun yeterli doldurulmamasından kaynaklandığı tespit edilmiştir (Karagöz Küçükay, 1991). Çeşitli kanal doldurma teknikleri geliştirilmesine rağmen yalnızca gutaperka ve günümüz kök kanal patları ile kök kanallarının karmaşık yapısına uygun sızdırmaz bir kök kanal dolgusu yapılamayacağı görülmüştür. Bu nedenle, günümüzde hala ideal kanal dolgu patı bulma çalışmaları devam etmektedir. Çözünürlük ve apikal sızıntı gibi fizikokimyasal özellikler materyalin kök dentini ile kanal dolgu patı ve kanal dolgu patı ile gütaperka ara yüzlerindeki bütünlüğün sağlanması hermetik kapatma ile doğrudan ilgilidir (Carvalho-Junior ve ark., 2004; Ørstavik ve ark., 2001). Gütaperka ve kök kanal patları, tek başlarına hatta beraber kullanıldıklarında bile bakteri ve bakteri ürünlerinin oral kaviteden periapikal dokulara geçişini engelleyemezler (Torabinejad ve ark., 1990).

İmmatüre dişlerdeki endodontik tedaviler ile ilgili yapılmış olan laboratuvar çalışmalarında genellikle insan dişi kullanılmakla beraber, bazı çalışmalarda koyun ve sığır dişleri de kullanılmıştır (Lolayekar ve ark., 2009; Stuart ve ark., 2006; Bortoluzzi ve ark., 2007; Hatibovic-Kofman ve ark., 2008; Hemalatha, ve ark., 2009). Çalışmamızda, dişlerin seçiminde tek köklü ve tek kanallı olması, kök uçlarının kapalı olması, sonuçları etkileyebilecek çürük, kök kırığı, çatlağı ya da rezorpsiyonun bulunmaması gibi kriterler göz önünde tutulmuştur (Stuart ve ark., 2006; Bortoluzzi ve ark., 2007; Hatibovic-Kofman ve ark., 2008; Hemalatha, ve ark., 2009). Çekilmiş dişler klinik şartlara daha uygun olduğundan birçok çalışmada yapay çalışma bloklarına tercih edilmiştir (De Moor ve De Boever, 2000; Wu ve ark., 2003;

Yücel ve Çiftçi, 2006). Wu ve ark. (Wu ve ark., 1993), çalışmalarda değişkenliği en aza indirmek için aynı grup dişlerin kullanılmasını ve bu dişlerin boyutlarının, kanal çaplarının, kanal anatomilerinin de birbirine benzer olmasının gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda klinik koşullara mümkün olduğunca uyumlu sonuçlar alabilmek amacıyla çekilmiş insan dişleri kullanılmıştır ve kök boyu 10 mm olacak şekilde standartizasyonu sağlanmıştır.

Kök kanallarında smear tabakasının kaldırılıp kaldırılmamasının kanal dolgularının adezyonuna, tubuler penetrasyonuna ve apikal sızdırmazlığa olan etkileri hala tartışma konusudur. Evans ve Simon (Evans ve Simon, 1986), smear tabakanın varlığı veya yokluğunun termoplastik gutaperka veya lateral kondansasyon tekniği ile yapılan kanal dolgularında apikal tıkamaya bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Karagöz- Küçükay (Karagoz-Kucukay, 1991), yaptığı çalışmada smear tabakasının varlığında yapılan kanal dolgusu ile yokluğunda yapılan kanal dolgusunu karşılaştırmış, smear tabakasının yokluğunda apikal sızıntının oldukça azaldığını göstermiştir. Timpawat ve ark. (Timpawat ve ark., 2001), smear tabakasının kaldırılmasının kök kanal dolgusu boyunca mikrosızıntı miktarını arttırdığını göstermiştir. Çalışmamızda NaOCl haricinde başka bir irrigan ajan ve irrigasyon yöntemi kullanılmamıştır. Smear tabakasının kaldırılıp kaldırılmaması çalışmamızda dikkate alınmamıştır.

Oliver ve ark. (Oliver ve ark., 2001) yaptıkları çalışmada klinik başarı ve başarısızlığın apikal sızıntı ile ilişkisini incelemiş ve apikal sızıntının klinik başarı ile ilişkilendirilebileceğini savunmuşlardır.

Klinik olarak kök kanal dolgusunun kalitesi yalnızca radyografik olarak değerlendirilebilir. İn vivo olarak sızıntıyı değerlendirebilecek bir yöntem yoktur (Karagöz Küçükay, 1991). Bu nedenle bizim yaptığımız çalışma da dahil olmak üzere sızıntı çalışmaları in vitro olarak yapılmaktadır. Bakteriyel sızıntı tekniği, klinik koşulları diğer sızıntı yöntemlerine göre daha iyi yansıttığından dolayı in vitro çalışmalarda en çok kullanılan mikrosızıntı yöntemlerinden biri olmuştur (Timpawat ve ark., 2001). Ayrıca, biyolojik ortamı daha iyi yansıttığından kliniğe daha uygundur. Buna ek olarak, besi yerine canlı bakteriler ilave edilerek daha uzun sürelerde sızıntı oluşumu incelenebilme ve renk değiştiren solüsyondan alt kültür grupları elde edilerek bakteri türü de saptanabilmektedir (Chailertvanitkul ve ark.,

1996; Siqueira ve Lopes, 1999; Timpawat ve ark., 2001). *Proteus vulgaris*, metil kırmızısı testine pozitif cevap verdiği bilinen çubuk şeklinde, Gram negatif bir bakteridir. *P. vulgaris*, yüksek motilitesi nedeniyle bakteriyel sızıntı ölçmek için birkaç çalışmada bir test ajanı olarak kullanılmıştır (Torabinejad ve ark., 1990; 5. Kazem ve ark., 2010; Farmakis ve ark., 2012) .

Bu çalışmada, 60 günlük çalışma süreci, *P. vulgaris*'in ortalama 42 günlük bir süreden sonra doldurulmuş kanallardan sızabileceğini gösteren önceki bir çalışmaya dayanarak seçildi (Torabinejad ve ark., 1990). Shantiaee ve ark. yaptıkları mikrobiyolojik çalışmada(Shantiaee ve ark., 2017) 60 günlük deney süreci ve *E.feacalis*'i kullanmışlardır. Khademi ve ark.'nın yaptıkları çalışmalarında 120 günlük deney süreci ve *E. Feacalis* kullanılmıştır (Khademi ve ark., 2011); Gilbert ve ark. çalışmaları için *P. Vulgaris*'i ve 21 günlük deney sürecini seçmişler (Gilbert ve ark., 2001). Oliveira ve ark. 120 gün boyunca *E.feacalis*'i kullanarak çeşitli kanal dolum patların mikrobiyal sızdırmazlığını araştırmışlardır (Oliver ve ark.,2011).

Çok sayıda çalışma AH Plus'ın diğer kanal dolum malzemelerinin çoğundan daha yüksek bir bağlanma kuvvetine sahip olduğunu göstermiştir (Tagger ve ark., 2002). Ayrıca, AH Plus tüm yeni sızdırmazlık maddelerini karşılaştırmak için altın bir standart olarak kabul edilmektedir (Brackett ve ark., 2006; Jainaen ve ark., 2007). Bunun için, açık apeksli dişlerde kullanılan kanal dolum malzemeleri biri olarak AH-plus seçilmiştir.

Diş renginde ProRoot MTA ilk olarak 2004 yılında demir içermeyen beyaz bir Portland çimentosu olarak piyasaya sürülmüştür. ProRoot MTA başlangıçta kök kanal tedavilerinde retrograd kök ucu dolgusu olarak, kök ve furkasyon perforasyon ve iç / dış rezorpsiyonlar tamiri için önerilmiştir. ProRoot MTA, kısa zamanda Ca^{2+} ve OH^- iyonları ortama salma ve vücut sıvılarıyla temas ettiğinde apatit oluşturma kabiliyetiyle gösterildiği gibi, özel kimyasal-fiziksel ve biyolojik özellikleri nedeniyle, vital pulpa tedavisi sağlayacağını da düşünülmüştür. Birçok çalışma Proroot MTA'nın açık apeksli dişlerde üstün kapatma becerisi gösterdiğini kanıtlamıştır (Torabinejad ve ark., 1995, Demirkaya K, 2006, Asgary ve Nosrat, 2016). Çalışmamızda bu özelliklerden dolayı Proroot MTA kullanılmıştır.

Son yıllarda piyasaya sürülen Fillapex kanal patı, MTA esaslı bir pattır. Çeşitli rezin bileşenlerden oluşan bu kanal patı ayrıca bizmut oksit ve silika nanopartikülleri

içerir. Üreticileri bu kanal patının yüksek radyoopasite, düşük çözünürlük, kolay manipülasyon, uzun çalışma zamanı ve sertleşme esnasında genleşme gibi özelliklere sahip olduğunu iddia etmektedirler. Camilleri ve ark.' Yaptıkları çalışmada (Camilleri ve ark., 2010) MTA bazlı kanal dolum patının (Fillapex) bir vücut sıvısı ile temas ettiğinde, çözültide kalsiyum fosfat kristallerinin birikmesini teşvik eden kalsiyum iyonları salgıladığını ve epoksi esaslı patlarla karşılaştırılabilir üstün sızdırmazlık özelliğini taşıdığını göstermiştir. Açık apeksli dişlerde kullanımı uygun olacağı düşündüğümüz için Fillapex kanal dolum patı çalışmamıza dahil ettik.

Geniş apeksli dişlerde dolgu maddesinin temas ettiği kanal duvarlarının daha geniş yüzey alanı nedeniyle, kök kanalları en iyi şekilde doldurulsa bile daha kolay sızıntıya sebep olabilir. Ayrıca geniş apeksli deney grubu, daha geniş apikal alanı doldurmak için daha fazla malzeme hacmi gerektirir, malzemenin içi boşlukları ve farklı malzeme yoğunluğu nedeniyle daha hızlı bir sızıntıya eğilimli olabilir (Silvestrin ve Torabinejad, 2017). Bu durum çalışmamızda da benzer şekilde ISO 120 grubunda tüm materyallerde daha hızlı bakteriyel sızıntı görülmüştür.

MTA'yı geniş apeksli bir dişe yerleştirirken, bazı araştırmacılar kanal boşluğunu daha kaliteli bir şekilde doldurmak için bir bariyer kullanılmasını savunmuşlardır (Zou ve ark., 2008). Diş hekiminin tecrübesine de bağlı olarak geniş apeksli dişlere göre dar apeksli dişlerin kök uçlarına MTA yerleştirilip, apikal sızdırmazlığın sağlanması zor bir klinik durum olarak değerlendirilmektedir.

MTA, amalgam ve Süper EBA kök uç dolgu malzemeleri olarak karşılaştırılan bir çalışmada (Torabinejad ve ark., 1995); MTA grubunda anlamlı olarak daha az sızıntı tespit edilmiştir. Bu çalışmada, 3 mm kalınlığında bir MTA yerleştirildi ve 1,5 ml bakteri süspansiyonu 2 haftada bir tazelenen kültürlerle temas ettirilmiştir. Çalışmamızda da, farklı olarak bakteriyel süspansiyon her gün değiştirilmiştir. Ayrıca, yukarıda bahsedilen çalışmada, bizim çalışmamızdan farklı olarak, hareketli olmayan bir bakteri (*S. epidermidis*) kullanılmıştır, bizim çalışmamızda ise hareketli bir bakteri türü (*P. vulgaris*) kullanılmıştır.

Çalışmamızda kullandığımız bakteriyel metod, az sayıda bakteri sızdığı durumda bile deneyin sonucunu etkilemektedir. Bu nedenle, bu yöntem, karşılaştırma için bakteri sızıntı miktarının nicel bir ölçüsünü vermemektedir. Bu çalışmada gözlemlenen sızıntı miktarı, periapikal bölgede lezyon oluşumunu önleyebilen bir

başıklık reaksiyonu olduğunu gözardı etmektedir. Pashley, bir malzemenin in vitro mikro sızıntısı ile klinik başarısı arasında zayıf bir korelasyon olduğunu belirtmiştir (Pashley, 1990). Bu sınırlamalara rağmen, bu metodoloji önceki birkaç araştırmada kabul edilmiş ve dental uygulamalarda bakteriyel sızıntıyı değerlendirmek için standart bir yöntem olarak kullanılmıştır.

Stuart ve ark. (Stuart ve ark., 2006), çekilmiş daimi dişlere deneysel olarak immatüre kök formu verebilmek amacı ile kök kanallarını 5 No'lu peeso reamer kullanarak genişletmiş, ancak immatüre dişlerde görülen künt formdaki apikal anatomiyi sağlayamamışlardır. Lawley ve diğerleri (Lawley ve ark., 2004) diverjan (uca doğru genişleyen) açık apeks formunu taklit edebilmek amacı ile Profile endodontik eğeler (No8= ISO 60) kullanarak retrograd genişletme yapmıştır. Bu çalışmada Hachmeister ve arkadaşlarının literatürde yaygın olarak kabul gören preparasyon yöntemi (Hachmeister ve ark., 2002) kullanılmıştır. Buna göre kök kanalı K tipi endodontik eğeler ile genişletildikten sonra, apikal deltaları uzaklaştırmak ve standart bir kanal formu oluşturmak amacıyla apikal bölgenin 2 mm'lik kısmı frezle uzaklaştırılmış ve ardından diverjan apikal formu verebilmek amacıyla 04 taperli ISO 50 Profile döner aletlerle retrograd olarak apikal preparasyon gerçekleştirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise kök kanalların genişletilmesi önce Protaper Next döner system eğesi ile sonra da K tipi el eğesi ile ISO 40, 80 ve 120'e kadar yapılmıştır. Daha önceden yapılan çalışmalara kanallar ISO 25, 30 40, 45, 50, 55, 60, 70 ve 80 kadar genişletilmiş (Silvestrin ve ark., 2016, Hachmeister ve ark., 2002, Stuart ve ark., 2006, Sönmez ve ark., 2012).

Silvestrin ve arkadaşlarının daha önce yaptığı bir çalışma (Silvestrin ve ark., 2016), ISO 50'den büyük boyutlarda olan gutaperka ve pat ile doldurulmuş kanalların sızıntısı için önemli ölçüde etkili olduğunu göstermiştir. Bu ISO 50'den büyük apeks genişliği, gutaperkayı kullanarak geleneksel obtürasyonun son limiti olarak tanımlanmıştır. Bu, MTA'nın potansiyel olarak daha iyi bir sızdırmazlık malzemesi olduğunu ve geniş apeksli kök kanallarında tercih edilen bir obtrasyon materyali olarak düşünülmesi gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, gutaperka ve kanal dolum patı kullanılan geleneksel tekniklerin yeterli bir apikal sızdırmazlık sağlayamayacağı durumlarda, kritik apikal genişliğin ISO 50 olabileceği ve apeks 50'den büyük olduğu durumlarda, gutaperka ve kanal dolum patından daha iyi bir sızdırmazlık

malzemesi kullanılmasını daha uygun olacağı öne sürülmüştür. Bu durumu göze önüne alarak çalışmamızda apikal genişliği ISO 40, 80 ve 120 olan dişler kullanılmıştır.

Çalışmamızın sonucunda elde edilen veriler sızıntı gününün apikal genişliğin boyutuyla ters orantılı olduğunu göstermektedir. Kök kanal boyunca dolum materyali ve dentin temas alanı arttıkça, bakteriyel sızıntı ihtimalinin arttığı görülmüştür. ISO 40 ile 80 ve 40 ile 120 genişlik boyutları arası anlamlı farklılık bulunmasıyla beraber, 80 ve 120 ISO boyutları için anlamlı fark bulunmamıştır.

Çalışmamızda kullanılan dolum malzemeler değerlendirildiğinde, ortalama en yüksek sızıntı günü MTA grubu gösterirken, en düşüğü Fillapex grubu göstermiştir. Çalışmamızın sonuçlarına göre, klinik olarak apikal genişliği ISO 80 ve ISO 120 olan dişlerde MTA kullanımını daha uygun olacağını düşünmekteyiz. Apikal genişliğin ISO 40 olduğu durumlarda, AH-plus'ın gutaperka ile kullanımının da yeterli sızdırmazlık kalitesini sağladığı görülmüştür.

Araştırmamızda bulduğumuz sonuçlar birçok çalışma ile uyum sağlamakla beraber bazı çalışmalarla da farklılık göstermektedir. Bu farklılıkların sebebinin hekimin tecrubesinden, kullanılan örneklerin seçiminden ve uygulamaya kadar bekleme süresinde dişlerin saklanmasından, kullanılan dişlerin apikal genişliğinden, kanal dolgu patlarının ve MTA'nın hazırlanma şekli ve kıvamından, mikrobiyel ortamda bulunma süresinden, bakteriyel süspansyon değiştirme sıklıklarından, smear tabakasının kaldırılıp kaldırılmamasından ve uygulanan irrigasyon yönteminden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Bazı çalışmalarda, MTA indirek ultrasonik aktivasyonla yerleştirirken, diğerlerinde MTA'nın el aletleriyle kök kanallarında kondanse edilmesi daha az boşluk ile ilişkilendirildiğini görülmüştür (Yeung ve ark., 2006; Lawley ve ark., 2004). Çalışmalar arasında farklı sonuçlar ultrasonik aktivasyon uygulama süresi, malzemenin karıştırma yöntemi ve kullanılan malzemenin türü gibi çeşitli değişkenlerle ilgili olabilir. Daha önceki bir çalışmada , uzun süreli ultrasonik uygulamanın MTA'nın özelliklerini olumsuz etkilediği bulunduğu ve materyalin özelliklerini koruması için 2 saniyelik ultrason süresi önerilmiştir (Parashos ve ark., 2014). Bizim çalışmada ultrasonik aktivasyon kullanılmamıştır.

Sönmez ve ark. (Sönmez ve ark., 2012) çekilmiş 30 tek köklü diş üzerinde yaptıkları çalışmada 3 farklı dolum malzemenin (Fillapex, Proroot MTA, AH-plus) push-out bağlanma gücünü araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda, en yüksek bağlanma gücü Proroot MTA gösterirken, en düşük bağlanma gücünü Fillapex grubu göstermiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Fillapex kanal dolum patı MTA esaslı olduğundan sertleşme reaksiyonu için nemli ortamdan etkilenmediği halde farklı bileşimleri, farklı bağlanma değerlerinin farklı sızdırmazlık kalitesinin elde edilmesine yol açabilmektedir.

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada (Sagsen ve ark., 2011) Fillapex'in düşük bağlanma kuvvetinin nedeninin, MTA'nın apatit oluşumundan dolayı saçak benzeri yapıların düşük adezyon kapasitesi olduğu iddia edildi. Bileşimindeki rezin bileşenleri, dentin ile yapışmasını etkileyebilir (Assmann ve ark., 2012). Fillapex örneklerinin deiyonize suda 7 gün boyunca bir çözünürlük testine maruz bırakılması sonucunda taramalı elektron mikroskopisi altında rezin matriksinde gözenekler ve çatlaklar görülmüştür (Borges ve ark., 2011).

Assman ve ark. 2 çeşit MTA esaslı (Endo-CPM ve Fillapex) ve 1 tane epoksi esaslı (AH plus) kanal dolum patı üzerinde yaptıkları çalışmaya göre Endo-CPM kanal dolum patı, kök dentinine bağlanma gücü en yüksek değerleri göstermiştir (8.265 MPa) (P <.05). Push-out testi değerleri Fillapex (2.041 MPa) ve AH Plus (3.034 MPa) için benzerdir. Bizim çalışmada, AH-plus patı bütün deney gruplarında Fillapex'ten istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha üstün sızdırmazlık sonuçları göstermiştir.

Sönmez ve ark. (Sönmez ve ark., 2012) çekilmiş ve apeksleri ISO 40 kadar genişletilmiş 51 tek köklü diş üzerinde yaptıkları başka bir çalışmada 3 farklı dolum malzemesinin (Fillapex, Proroot MTA, AH-plus) boyama yöntemiyle apikal sızdırmazlığını incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda, MTA ve AH plus 'nın sızdırmazlık özellikleri arasında anlamlı bir fark bulunmazken, bizim çalışmamızda anlamlı fark elde edilmiştir. Ayrıca çalışmamızda benzer şekilde, Fillapex diğer iki dolgu maddelerden daha fazla mikrosızıntı göstermiştir.

Wanes Amin ve ark. 90 çekilmiş insan dişi yaptıkları çalışmada tek kon tekniği kullanarak 3 farklı kanal dolgu patınının (AH plus, iRoot SP, Fillapex) üzerinde

Ca(OH)₂ uygulamasının push-out bağlanma gücüne etkisini araştırmışlardır (Wanes Amin ve ark., 2012). AH Plus, kontrol grubunda (Ca(OH)₂ uygulamadan) , iRoot SP ve Fillapex'ten daha yüksek bağ kuvveti göstermiştir (P <.05). Önceden Ca (OH) 2 yerleşimi ile AH Plus ve iRoot SP, Fillapex'ten (P <.05) daha yüksek olan benzer bir bağ kuvveti (P> .05) göstermiştir. Bizim çalışmamızda da Ca(OH)₂ uygulamadan lateral kondensasyon tekniği ile doldurulan Fillapex grubunda en düşük sızıntı günü elde edilmiştir.

Jafari ve ark. 142 çekilmiş tek kök dişi üzerinde yaptıkları çalışmada (Jafari ve ark., 2016) Fillapex, Apatite Root Canal Sealer ve AH26 kanal dolum patlarının mikrobiyel sızdırmazlığı araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, AH26'nın sızdırmazlık yeteneği, Fillapex ve Apatite Root Canal Sealer'inkinden anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada çalışmamızdan farklı olarak E.feacalis bakteri kullanılmış, deney süresi 90 gün olarak belirlenmiş ve apikal genişletme ISO 30'a kadar yapılmıştır.

Nikhil ve ark., Fillapex ve AH Plus kanal dolum patların, konfokal bir lazer mikroskobu ile dentin tübüllerine nüfuz etme derinliğini karşılaştırmış ve Fillapex'in dentin tübüllerinin içine daha derine girdiğini bildirmiştir (Nikhil ve ark., 2015). Bu sonuçlar, bizim çalışmamızın sonuçları ile uyumlu değildir. Bu farklılıklar, bu çalışmaların metodolojilerindeki farklılıklara bağlanabilir.

Ahuja ve ark. 75 çekilmiş tek kök dişi üzerinde yaptıkları çalışmada (Ahuja ve ark., 2016) boya penetrasyon yöntemiyle epoksi esaslı Adseal kanal dolum patı, MTA esaslı Fillapex ve Proroot MTA Root Canal Sealer kanal dolum patlarıyla kıyaslayarak apikal sızdırmazlığı araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda, bizim çalışmamızla benzer şekilde, en yüksek mikrosızıntı Fillapex grubunda, en az sızıntı ise Adseal grubunda elde edilmiştir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmanın metodolojik sınırlamaları içerisinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

1. Bakteriyel penetrasyon yöntemi ile apikal sızdırmazlıklarını incelediğimiz 3 farklı kanal dolgu maddesi (Proroot MTA, AH-plus ve Fillapex) gruplarında zaman içerisinde giderek artan bir sızıntı olduğu bulunmuştur. 60 gün sonunda sadece ISO 40 MTA grubunda 5 örnekte (%50) sızıntı görülmemiştir. Bakteriyel sızıntı günü için kök genişliği 40 ile 80 ve 40 ile 120 olan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmiştir.
2. Kullanılan dişlerin apikal genişliğine bakılmaksızın sadece dolgu maddelerinin bakteriyel sızıntı oranları değerlendirildiğinde; en az bakteriyel sızıntıyı MTA, en fazla bakteriyel sızıntıyı ise Fillapex grupları göstermiştir ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.
3. Apikal genişliğin ISO 40 olduğu gruplarda sızıntı günleri incelendiğinde, ortalama en fazla bakteriyel sızıntı günü MTA grubunda, en az ise Fillapex grubunda elde edilmiştir. Bütün dolgu maddeleri arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.
4. Apikal genişliğin ISO 80 olduğu gruplarda sızıntı günü değerlendirildiğinde, en fazla bakteriyel sızıntı günü MTA grubunda, en az ise Fillapex grubu göstermiştir. Bütün kanal dolgu materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.
5. Apikal genişliğin ISO 120 olduğu gruplarda, diğer gruplara benzer şekilde, en uzun sızıntı günü ortalaması MTA gruplarında, en az ise Fillapex grubunda bulunmuştur. MTA ve Fillapex grupları ile MTA ve AH plus grupları arasında istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı bir farklılık elde edilmiştir ($p < 0,001$). Ancak, Fillapex ve AH plus grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.
6. Araştırmamızın sonuçlarına göre *in vitro* şartlarında apikal genişliği fazla olan dişlerde apikal sızdırmazlığın sağlanmasında en etkili kanal dolgu maddesinin Proroot MTA olduğu ortaya çıkmıştır.

7. KAYNAKÇA

Abdullah D, Ford TR, Papaioannou S, Nicholson J, McDonald F. An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. *Biomaterials* 2002; 23(19):4001-10.

Ahuja L, Jasuja P, Juneja S, Mathur A, Walia R, Kakkar A, Singla M. A Comparative Evaluation of Sealing Ability of New MTA Based Sealers with Conventional Resin Based Sealer: An In-vitro Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2016 Jul, Vol-10(7): ZC76-ZC79

Al Ansary MA, Day PF, Duggal MS, Brunton PA. Interventions for treating traumatized necrotic immature permanent anterior teeth: inducing a calcific barrier & root strengthening. *Dental Traumatology*. 2009; 25 (4), 367-379

Alacam, T.: Endodonti, Ankara, İkinci baskı, Baris Yayınları Fakulteler Kitabevi , 179-532, 2000.

Alaçam T. Kök kanallarının doldurulmasında kullanılan patlar. In: Alaçam T. Endodonti, 2. Baskı, Ankara: Barış Yayıncılık. 2000; 1-8.

Al-Ghamdi A, Wennberg A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. *Endod Dent Traumatol*. 1994; 10:249-255

Andreasen, JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dental Traumatology*. 2002; 18 (3), 134-137.

Anonymous. Glossary of endodontic terms. 7th ed. Chicago: American Association of Endodontists, 2003.

Assmann E, Scarparo RK, Bottcher DE, Grecca FS. Dentin bond strength of two mineral trioxide aggregate-based and one epoxy resin-based sealers. *J Endod* 2012; 38:219–21

Ball J. Apical root formation in a non-vital immature permanent incisor. *Br Dent J* 1964;116:166 –7.

Bayram M, Akyol M, Bayram E. Endodontik Cerrahide Kullanılan Yeni Bir Materyal: Diaroot Bioaggregate. *Atatürk Üniv.Diş.Hek.Fak.Derg* 2012;5:40-43.

- Beatty RG, Baker PS, Haddix J, Hart F. The efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration. *J Am Dent Assoc.* 1989; 119: 633-637. 23.
- Benenati FW. Obturation of the radicular space. *Endodontics.* 2008; (1053-1087)
- Bidar M, Sadeghalhoseini N, Forghani M, Attaran N. Effect of the smear layer on apical seals produced by two calcium silicate-based endodontic sealers. *J Oral Sci.* 2014; 56;3,215-219.
- Bilgehan H: Klinik Mikrobiyoloji, Özel Bakteriyoloji ve Bakteri Enfeksiyonları, 9. Baskı, Fakülteler Kitabevi, İzmir. 1996; s. 70-75.
- Bodrumlu E, Kalyoncuoğlu E, Göktürk H. The effect of irrigation solutions on the apical sealing ability in different root canal sealers. *Atatürk Diş Hekimliği Derg.* 2013; 2:313-317.
- Bogen, G, Kuttler S. Mineral trioxide aggregate obturation: a review and case series. *Journal of Endodontics.* 2009; 35 (6), 777-790.
- Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, RachedJúnior FA, DeDeus G, Miranda CES. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *Int Endod J.* 2012; 45:419-28.
- Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *Int Endod J* 2011
- Bortoluzzi, EA, Souza EM, Reis JM, Esberard RM, Tanomaru-Filho M. Fracture strength of bovine incisors after intra-radicular treatment with MTA in an experimental immature tooth model. *International Endodontic Journal*, 2007; 40 (9), 684-691
- Brackett MG, Martin R, Sword J. Comparison of seal after obturation techniques using a polydimethylsiloxane-based root canal sealer. *J Endod.* 2006;32:1188–90.
- Camilleri J, Gandolfi MG. Evaluation of the radiopacity of calcium silicate cements containing different radiopacifier. *Int Endod J.* 2010; 43:21-30.
- Camilleri J, Montesin FE, Brady K, Sweeney R, Curtis RV, Ford TR. The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dent Mater.* 2005;21(4):297-303.

Candeiro GT, Moura-Netto C, D'Almeida-Couto RS, Azambuja-Júnior N, Marques MM, Cai S, Gavini G. Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer. *Int Endod J*. 2015.

Carrillo-Varguez AG, Bustamante-Reynoso T, Carrillo-Varguez LH, Cadena-Alcantar MA, Gonzalez-Vizcarra B, Valdez-Castro R, Villarreal-Góme LJ; *In vitro* Comparative Study of Adhesion Force in Dentin of Three Cement Sealers BC-Sealer, AH-Plus and MTA Fillapex; *Journal of Research in Medical and Dental Science* 2018, Volume 6, Issue 4, Page No: 6-11

Carvalho-Junior JR, Guimarae LF, Correr-Sobrinho L, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Evaluation of solubility, disintegration, and dimensional alterations of a glass ionomer root canal sealer. *Brazillian Dental Journal*. 2003;14,114–8.

Cehreli ZC, Sara S, Uysal S, Turgut MD. MTA apical plugs in the treatment of traumatized immature teeth with large periapical lesions. *Dental Traumatology*. 2011; 27 (1), 59-62.

Chang SW, Lee SY, Kang SK, Kum KY, Kim EC. In Vitro Biocompatibility, Inflammatory Response, and Osteogenic Potential of 4 Root Canal Sealers: Sealapex, Sankin Apatite Root Sealer, MTA Fillapex, and iRoot SP Root Canal Sealer. *J Endod*. 2014; 40:10-1642-8.

Chard T, Harwell GR, Hirschberg C, Patel R. An evaluation of setting time of mineral trioxide aggregate and EndoSequence root repair material in the presence of human blood and minimal essential media. *J Endod*. 2013; 39:1071-2

Chen I, Karabucak B, Wang C, Wang HG, Koyama E, Kohli MR, Nah HD, Kim S. Healing after root-end microsurgery by using mineral trioxide aggregate and a new calcium silicatebased bioceramic material as root-end filling materials in dogs. *J Endod* 2015; 41:389-99.

Chu CH, Lo ECM, Cheung GSP. Outcome of root canal treatment using Thermafil and lateral condensation filling techniques. *Int Endod J* 2005; 38: 179-185.

Coviello J, Brilliant JD. A preliminary clinical study on the use of tricalcium phosphate as an apical barrier. *Journal of Endodontics*, 1979; 5 (1), 6-13.

Crooks WG, Anderson RW, Powell BJ, Kimbrough WF. Longitudinal evaluation of the seal of IRM root end fillings. *J Endodon*. 1994; 20:250-252

Çalt-Tarhan S, Uzunoğlu E. Kök kanal dolgu maddeleri. Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi. 2010; (1), 1-15.

Çehreli ZC, Turgut M, Ölmez S, Dağdeviren A, Atilla P. Short term human primary pulpal response after direct pulp capping with fourth-generation dentin adhesives. J Clin Pediatr Dent. 2000; 25:65-71.

Çobankara FK, Adanır N, Belli S, Pashley DH. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. Int Endod J. 2002; 35:979-84.

Das S. Apexification in a nonvital tooth by control of infection. J Am Dent Assoc 1980; 100:880 –1.

De Moor RJG, De Boever JG. THA sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta-percha obturation techniques, Endod Dent Traumatol.,2000; 16, 291-297.

De Siqueira Zuolo A, Zuolo ML, Da Silveira Bueno CE, Chu R, Cunha RS. Evaluation of the Efficacy of TRUShape and Reciproc File Systems in the Removal of Root Filling Material: An Ex Vivo MicroComputed Tomographic Study. J Endod. 2016; 42:315-9.

De-Deus G, Canabarro A, Alves GG, Marins JR, Linhares AB, Granjeiro JM. Cytocompatibility of the ready-to-use bioceramic putty repair cement iRoot BP Plus with primary human osteoblasts. Int Endod J. 2012; 45:508-13.

Delivanis PD, MattISON GD, Mendel RW. The survivability of F43 strain of Streptococcus sanguis in root canals filled with gutta-percha and Procosol cement. Journal of Endodontics. 1983; 9 (10), 407-410.

Demirkaya K, Aslanalp V. Çeşitli endodontik materyallerin kemik yapımı ve biyouyumlarının deneysel olarak incelenmesi. Doktora Tezi. 2006; 10.

Derkson GD, Pashley DH, Derkson ME. (1986). Microleakage measurement of selected restorative materials: A new in vitro method. J.Prosthet. Dent. 1986; 56:435-440

Dummer PM, Lyle L, Rawle J, Kennedy JK. A laboratory study of root fillings in teeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or Thermafil obturators. Int Endod J. 1994; 27: 32-38.

Eguchi DS, Peters DD, Hollinger JO, Lorton L. A comparISON of the area of the canal space occupied by gutta-percha following four gutta-percha obturation techniques using Procosol sealer. *Journal of Endodontics*. 1985; 11 (4), 166-175.

Eidelman E, Holan G, Fuks AB. Mineral trioxide aggregate vs. formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report. *Pediatr Dent*. 2001; 23:15-8.

El-Meligy OA, Avery DR. ComparISON of apexification with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Pediatr Dent*. 2006;28(3):248-53.

Evans JT, Simon JH. Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized Gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *Journal of Endodontics*. 1986; 12 (3), 100-107.

Faraco IM, Holland R. Response of the pulp dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dent Traumatol*. 2001; 17:163-166.

Farmakis ET, Kontakiotis EG, Tseleni-Kotsovili A, Tsatsas VG. Comparative in vitro antibacterial activity of six root canal sealers against *Enterococcus faecalis* and *Proteus vulgaris*. *J Investig Clin Dent* 2012;3: 271–275.

Ferris DM, Baumgartner JC. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2004;30(6):422-4.

Frank AL. Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. *J Am Dent Assoc* 1966;72:87–93.

Friedman CE, Sandrik JL, Heuer MA, Rapp GW. Composition and physical properties of gutta-percha endodontic filling materials. *Journal of Endodontics*. 1977; 3 (8), 304-308.

Ghoneim AG, Lutfy RA, Sabet NE, Fayyad DM. Resistance to fracture of roots obturated with novel canal-filling systems. *J Endod* 2011; 37:1590- 2.

Goldberg F. Relation between corroded silver points and endodontic failures. *Journal of Endodontics*. 1981; 7 (5), 224-227.

Grossman LI . *Endodontics*. 1988; (11).

Grossman LI. *Endodontic Practise*, 8TH ED , Lea and Febiger, Philadelphia, 282-294, 1974.

- Grossman LI. Physical properties of root canal cements. *J Endod*, 1976; 2:166.
- Güldaş HE, Keçeci AD. Endodontik tedavide kullanılan kök kanal patlarının sitotoksik özellikleri:Bölüm1.Derleme. *Türk Dişhek Der.* 2011; 81: 72-75.
- Güven EP, Taşlı PN, Yalvac ME, Sofiev N, Kayahan MB, Sahin F. In vitro comparISON of induction capacity and biomineralization ability o f mineral trioxide aggregate and a bioceramic root canal sealer. *Int Endod J.* 2013;46:1173-82
- Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA, Thomas DD. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *Journal of Endodontics.* 2002; 28 (5), 386-390.
- Ham JW, Patterson SS, Mitchell DF. Induced apical closure of immature pulpless teeth in monkeys. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;33:438-49.
- Hatibovic-Kofman S, Raimundo L, Zheng L, Chong L, Friedman M,Andreasen JO. Fracture resistance and histological findings of immature teeth treated with mineral trioxide aggregate. *Dental Traumatology* 24 (3),2008; 272-276.
- Havza ÖB. Biyoseramik esaslı kanal patı Tech biosealer. *İstanbul Diş Hek Oda Derg* 2012; 143: 52-3.
- Hilton TJ. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities In vitro investigations: part 2. *American Journal of Dentistry.* 2002; 15(4), 279-89.
- Holland R, Filho JAO, Souza V, et al. Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations. *J Endod.* 2001; 27:281-4.
- Hovland EJ, Dumsha TC. Leakage evaluation in vitro of the root canal sealer cement Sealapex. *Int. Endod. J.* 1985; 18: 179-182
- Inan U, Aydemir H, Taşdemir T. Leakage evaluation of three different root canal obturation techniques using electrochemical evaluation and dye penetration evaluation methods. *Aust Endod J* 2007; 33: 18-22.
- Ingle JJ, Newton CW, West JD, Guttmann J, Glickman G, Korzon B ve diğerleri. Obturation of the radicular space. *Endodontics.* 2002; 5: (571-668).
- International Organization for Standardization. ISO 6876, dental root canal sealing materials. 2nd ed. Geneva, Switzerland: ISO, 2001.

Ishley DJ, ElDeeb ME. An in vitro assessment of the quality of apical seal of thermomechanically obturated canals with and without sealer. *Journal of Endodontics*. 1983; 9 (6), 242-245.

Jafari F, Sobhani E, Samadi-Kafil H, Pirzadeh A, Jafari S. *In vitro* evaluation of the sealing ability of three newly developed root canal sealers: A bacterial microleakage study. *J Clin Exp Dent*. 2016;8(5):e561-5.

Jainaen A, Palamara JE, Messer HH. Push-out bond strengths of the dentine-sealer interface with and without a main cone. *Int Endod J*. 2007;40:882–90.

Jasper EA. Adaptation and Tissue Tolerance of Silver Root Canal Fillings. *Journal of Dental Research*. 1941; 20 (4).

Karagöz Küçükay İ, Küçükay S, Bayırlı G. Factors affecting apical leakage assesment. *J Endodon*. 1993; 19:362-365

Karagöz Küçükay İ. Endodontide “Apikal Sızıntı İnceleme Yöntemleri” 1. Bölüm. *D.Ü. Dişhek. Fak. Der*. 1991; 2: 65-79

Katsaros NA. A comparative study of the effectiveness of different instruments and methods of root canal instrumentation. 1984; Athens, Greece: University of Athens.

Kazem M, Eghbal MJ, Asgary S. ComparISON of bacterial and dye microleakage of different root-end filling materials. *Iran Endod J* 2010;5: 17–22.

Kerezoudis D, Valavanis, Prountzos F. A method of adapting gutta-percha master cones for obturation of open apex cases using heat. *International Endodontic Journal*, 1999; 32, 53-60,.

Kersten HW, Ten Cate JM, Exterkate RA, Moorer RW, Thoden Van Velzen SK. (1988). A standardized leakage test with curved root canals in artificial dentine. *Int. Endod. J*. 1988; 21: 191-199

Kettering JD, Torabinejad M. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod* 1995; 21(11):537-42.

Kidd EA. Mikroleakage: a review (Abstract), *J Dent*. 1976; 4, 199-205.

King KT, Anderson RW, Pashley DH, Pantera EA. Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings. *J Endodon*. 1990; 15:307-310

- Kinner RL, Himel VT. The sealing ability of ability of injectionmolded thermoplasticized gutta-perch with and without the use of sealers. *J.Endodon.* 1987; 13: 315-317
- Kocabalkan E. Dişhekimliğinde mikrosızıntı ve tespit yöntemleri. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 1993; 3:52-56
- Koch DK, Brave D, Nasseh AA. A review of bioceramic technology in endodontics. *Roots.* 2013; 1:6-13.
- Koh ET, McDonald F, Pitt Ford TR, Torabinejad M. Cellular response to Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod.* 1998.
- Kolokuris I, Arvanitoyannis I, Robinson C, Blanshard JM. Effect of moisture and aging on gutta-percha. *Journal of Endodontics.* 1992; 18 (12), 583-588.
- Küçükkaya Eren S, Aksel H, Askerbeyli Örs S, Serper A, Koçak Y, Ocak M, Hamdi H. Obturation quality of calcium silicate-based cements placed with different techniques in teeth with perforating internal root resorption: a micro-computed tomographic study. *Clinical Oral Investigations.* 2019; 23:805–811
- Lawley GR, Schindler WG, Walker WA, Kolodrubetz D. Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification. *Journal of Endodontics,* 2004; 30 (3), 167-172.
- Lee KW, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod,* 2002; 28:684-8.
- Lieberman J, Trowbridge H. Apical closure of nonvital permanent incISOOr teeth where no treatment was performed: case report. *J Endod* 1983;9:257– 60.
- Liewehr FR, Johnson WT. Obturation. *Color Atlas of Endodontics.* 2002; (s. 103).
- Lin K, Xia L, Gan J, Zhang Z, Chen H, Jiang X, Chang J. Tailoring the nanostructured surfaces of hydroxyapatite bioceramics to promote protein adsorption, osteoblast growth and osteogenic differentiation. *ACS Appl Mater Interfaces.* 2013; 5: 8008-17.
- Loushine BA, Bryan TE, Looney SW, Gillen BM, Loushine RJ, Weller RN. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod.* 2011;37:673-7.

Matt GD, Thorpe JR, Strother JM, McClanahan SB. Comparative study of white and gray Mineral Trioxide Aggregate (MTA) stimulating a one or two step apical barrier technique. *J. Endod.* 2004; 30(12):876-9.

McComb D, Smith DC. ComparISON of physical properties of polycarboxylate-based and conventional root canal sealers. *J Endod.* 1976; 2:228-35.

Mente J, Leo M, Panagidis D, Ohle M, Schneider S, Lorenzo Bermejo J. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate in open apex teeth. *Journal of Endodontics*, 2013; 39 (1), 20-26.

Moorer WR, Genet JM. Evidence for antibacterial activity of endodontic gutta-percha cones. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* 1982; 53 (5), 503-507.

Morse D, Esposito J, Pike C, Furst L. A radiographic evaluation of the periapical status of teeth treated by the gutta-percha-eucapercha endodontic method: A one-year follow-up study of 458 root canals. Part III. 1983; *Oral Surgery* 56, 190-7.

Morse DR, Martell B, Dike GC, Fantasia J, Esposito JV, Furst LM (1984b) A comparative tissue toxicity evaluation of gutta-percha root canal sealers. Part II. Forty-eight hours findings. 1984; *Journal of Endodontics* 10, 484-6.

Morse DR, Martell B, Pike GC, Fantasia J, Esposito JV, Furst LM. A comparative tissue toxicity evaluation of gutta-percha root canals sealers. Part I. Six hours findings. *Journal of Endodontics* 10, 1999; 246-9.

Morse DR, Wilcko JM, Dullon AP, Furs ML, Passo AS. A comparative tissue toxicity evaluation of the liquid components of gutta-percha root canal sealers. *Journal of Endodontics* 7. 1981; 545-50.

Morse DR, Wilcko JM. Gutta-percha-eucapercha: a new look at an old technique. *General Dentistry.* 1978; 58-64.

Nair U, Ghattas S, Saber M, Natera M, Walker C, Pileggi R. A comparative evaluation of 2 root-end filling materials:an in vitro leakage study using *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011; 112:e74-7.

Nikhil V, Bansal P, Sawani S. Effect of technique of sealer agitation on percentage and depth of MTA Fillapex sealer penetration: A comparative in-vitro study. *J Conserv Dent.* 2015;18:119-23.

Okşan T, Aktener BO, Sen BH, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J*, 1993; 26:301-5.

Oliver CM, Abbott TV. Correlation between clinical success and apical dye penetration, *Int Endod J*.2001; 34, 637-644.

Ona K, Chong BS, Sidhu SK. Solubility of material. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.Oral Radiol. Endod.* 1992; 34,567-4.

Ørstavik D, Nordahl I, Tibbals JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dental Materials.* 2001; 17, 512-9.

Önem E, Baksi BG, Şen BH. Işınlama parametrelerinin kanal patlarının radyoopasitesi üzerine etkisi. *GÜ Diş Hek Fak Derg.* 2012; 29: 99- 104,

Parashos P, Phoon A, Sathorn C. Effect of ultrasonication on physical properties of mineral trioxide aggregate. *Biomed Res Int* 2014; 191-984.

Pashley DH. Clinical considerations of microleakage, *J Endod.* 1990; 16 (2), 70-77.

Pawar SS, Pujar MA, Makandar SD. Evaluation of the apical sealing ability of bioceramic sealer, AH Plus & Epiphany: An in vitro study *J Conserv Dent* 2014; 17:579-82.

Perez AL, Spears R, Gutmann JL, Opperman LA. Osteoblasts and MG-63 osteosarcoma cells behave differently when in contact with ProRoot MTA and White MTA. *Int Endod J* 2003;36(8):564-70.

Pittford TR, Torabinejad M, Abedi HR. Using mineral trioxide aggregate as a pulp capping material. *J Am Dent Assoc.* 1996; 127:1491-4.

Pittford TR, Torabinejad M, McKendry DJ. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod.* 1995; 79:756-62.

Pitts DL, Jones JE, Oswald RJ. A histological comparISON of calcium hydroxide plugs and dentin plugs used for the control of Gutta-percha root canal filling material. *Journal of Endodontics*, 1984; 10 (7), 283-293.

Pommel L, About I, Pashley D, Camps J. Apical leakage of four endodontic sealers. *J Endod.* 2003; 29:208-10.

Pommel L, Camps J. In vitro apical leakage of system B compared with other filling techniques. *J. Endod.* 2001; 27: 449-451

Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater.* 2015; 31:351-70.

Sagsen B, Ustun Y, Demirbuga S, Pala K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *Int Endod J* 2011;44: 1088–91.

Sahebi S, Moazami F, Abbott P. The effects of short-term calcium hydroxide application on the strength of dentine. *Dental Traumatology* 2010; 26 (1), 43-46.

Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D. The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. *Int Endod J.* 2002; 35:859-66.

Schilder H, Goodman A, Aldrich W. The thermomechanical properties of gutta-percha. Part V. Volume changes in bulk gutta-percha as a function of temperature and its relationship to molecular phase transformation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* 1985; 59 (3), 285-296.

Schmitt D, Lee J, Bogen G. Multifaceted use of ProRoot MTA root canal repair material. *Pediatr Dent.* 2001; 23(4):326-30.

Senia ES, Marraro RV, Mitchell JL, Lewis AG, Thomas L. Rapid sterilization of gutta-percha cones with 5.25% sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics.* 1975; 1 (4), 136-140.

Shantiaee Y, Maziar F, Omid Dianat O, Mahjour F. Comparing Microleakage in Root Canals Obturated with Nanosilver Coated Gutta-Percha to Standard Gutta-Percha by Two Different Methods *Iran Endod J.* 2011 Autumn; 6(4): 140–145.

Shinbori N, Grama AM, Patel Y, Woodmansey K, He J. Clinical outcome of Endodontic Microsurgery That Uses EndoSequence BC Root Repair Material as the Root-end Filling Material. *J Endod.* 2015; 1:1-6.

Shokouhinejad N, Hoseini A, Gorjestani H, Raouf M, Assadian H, Shamshiri AR. Effect of phosphatebuffered saline on push-out bond strength of a new bioceramic sealer to root canal dentin. *Dent Res J.* 2012; 9:595-9.

Silvestrin T, Torabinejad M, Handysides R, Shabahang S. Effect of apex size on the leakage of gutta-percha and sealer-filled root canals. *Quintessence Int* 2016;47: 373–378.

Silvestrin T, Torabinejad M. Effect of apex size on the leakage of mineral trioxide aggregate filled root canals. *Quintessence Int* 2017 ;11(1): 15-21.

Siquera JF, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int. Endod. J.* 1999; 32:361-369

Sönmez İD, Sönmez ME. Evaluation of push-out bond strength of a new MTA-based sealer. *Eur Arch Paediatr Dent* (2013) 14:161–166

Sönmez İS, Oba AA, Sönmez D,. Almaz. In vitro evaluation of apical microleakage of a new MTA-based sealer; *European Archives of Paediatric Dentistry* 13 (Issue 5). 2012

Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ. Reinforcement of immature roots with a new resin filling material. *Journal of Endodontics*. 2006; 32 (4), 350-353. 121

Tagger M, Tagger E, Tjan AH, Bakland LK. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *J Endod.* 2002; 28:351-4.

Tekir M, Akıncı T. İki farklı kuafaj materyalinin pulpa üzerine etkilerinin in vivo koşullarda incelenmesi. *Doktora Tezi.* 2006; 24.

Timpawat S, Amornchat C, Trisuwan W. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J Endodon.* 2001; 27:36-39

Topçuoğlu HS, Tuncay Ö, Karataş E, Arslan H, Yeter K. In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxy resin based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramic root canal sealers. *J Endod.* 2013; 39:1630-3.

Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1999; 25(3):197-205.

Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1995;21: 109–112.

Torabinejad M, Ung B, Kettering JD. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod* 1990;16: 566–569.

- Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 1993; 19(12):591-5.
- Tselnik M, Baumgartner JC, Marshall JG. Bacterial leakage with mineral trioxide aggregate or a resin-modified glass ionomer used as a coronal barrier. *J Endod*. 2004;30(11):782-4.
- Tyagi S, Mishra P, Tyagi P. Evolution of root canal sealers: An insight story. *Eur J Gen Dent*. 2013; 2:199-218.
- Wanees Amin SA, Seyam RS ve El-Samman MA;. The Effect of Prior Calcium Hydroxide Intracanal Placement on the Bond Strength of Two Calcium Silicate–based and an Epoxy Resin–based Endodontic Sealer; *JOE* — Volume 38, Number 5, May 2012
- Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on the original canal shape and on apical foramen shape. 1975; *Journal of Endodontics* 1, 255±62.
- Wennberg A, Orstavik D. Adhesion of root canal sealers to bovine dentine and gutta-percha. *Int Endod J*. 1990; 23:13-9
- White C, Bryant N. Combined therapy of mineral trioxide aggregate and guided tissue regeneration in the treatment of external root resorption and an associated osseous defect. *J Periodontol*. 2002;73(12):1517-21.
- Willershausen I, Wolf T, Kasaj A, Weyer V, Willershausen B, Brise B, Marroquin BB. Influence of a bioceramic root end material and mineral trioxide aggregates on fibroblasts and osteoblasts. *Arch Oral Biol*. 2013; 58:1232-7.
- Wimonchit S, Timpawat S, Vongsavan N. (2002). A comparISON of techniques for assessment of coronal dye leakage. *J. Endodon*. 2002; 28 : 1-3
- Witherspoon D, Small J, Regan J, Nunn M. Retrospective Analysis of Open Apex Teeth Obturated with Mineral Trioxide Aggregate. (*J Endod* 2008;34: 1171–1176)
- Wong M, Peters DD, Lorton L, Bernier EN. ComparISON of gutta-percha filling techniques: three chloroform guttaperchafilling techniques. Part 2. 1982; *Journal of Endodontics* 8,4-9.

Wu MK, Fan B, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part I: effects of apical transportation on seal of root fillings. *Journal of Endodontics*. 2000; 26 (4), 210-216.

Wu MK, van der Sluis LWM, Ardila CN, Wesselink PR. Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques, *Int Endod J*. 2003; 36, 533-540.

Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I Methodology, application and relevance. *Int. Endod. J*. 1993; 26: 37-43

Xu Q, Fan M, Fan B, Cheung GSP, Hu H. A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod*. 2005; 99: 107-111

Yatsushiro JD, Baumgartner JC, Tinkle JS. Longitudinal study of the microleakage of two root end filling materials using a fluid conductive system, *J Endod*. 1998; 24(11), 716-719.

Yavuz G, Aydın AH, Kaya S. Mikrosızıntı saptanmasında yeni bir yöntem. *T. Klin. J. Dental Sci*. 2003; 9: 79-85

Yeung P, Liewehr FR, Moon PC. A quantitative comparison of the fill density of MTA produced by two placement techniques. *J Endod*. 2006; 32(5):456-459.

Yucel, A. C., Ciftci, A., Effects of different root canal obturation techniques on bacterial penetration, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, 2006; 102, 88-92.

Zaimoğlu L, Şaklar F, Aslan B, Kalaycı A, Topbaş C, Çetinkaya N. Bir cam iyonomer esaslı kanal dolgu matının apikal sızıntı yönünden değerlendirilmesi: Otoradyografi çalışması. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg*. 1995; 22: 19-22

Zhang W, Li Z, Peng B. Ex vivo cytotoxicity of a new calcium silicate-based canal filling material. *Int Endod J*. 2010;43:769-74.

Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod*. 2013; 39:1281-6.


Zhu L, Yang J, Zhang J, Lei D, Xiao D, Cheng X, Lin Y, Peng B. In vitro and in vivo evaluation of nanoparticulate bioceramic paste for dental pulp repair. *Acta Biomater.* 2014; 10:5156-68.

Zıraman F. Gümüşlü ve gümüşsüz Ah 26'ya karşı subkütanöz dokuda oluşan cevabın karşılaştırılması. *AÜ Diş Hek. Fak. Derg.* 1993; 29:21.

Zmener O, Pameijer CH, Serrano SA, Vidueira M, Macchi RL. Significance of moist root canal dentin with the use of methacrylate-based endodontic sealers: an in vitro coronal dye leakage study. *Journal of Endodontics.* 2008; 34 (1), 76-79.

Zou L, Liu J, Yin S, Li W, Xie J. In vitro evaluation of the sealing ability of MTA used for the repair of furcation perforations with and without the use of an internal matrix. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105:e61–65.

8. EKLER



T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Projenin Adı: Geniş apeksli dişlerde farklı dolum maddelerinin mikrobiyal sızdırmazlığının incelenmesi
Proje yürütücüsü: Prof.Dr.Mahir GÜNDAY
Projedeki Araştırmacılar: Yrd.Doç.Dr.Burak AKSU, Dt.Oksana OTURGAN
Onay tarihi ve sayısı:26.04.2018, 2018-182

Sayın Prof.Dr. Mahir GÜNDAY
2018-190 Protokol nolu "Geniş apeksli dişlerde farklı dolum maddelerinin mikrobiyal sızdırmazlığının incelenmesi" isimli invitro çalışmanız Marmara Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik kurulu tarafından incelenmiş ve etik yönden uygunluğuna karar verilmiştir.

M.Ü.Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı
Prof.Dr.Nimet Gençoğlu

Adı Soyadı
Prof. Dr. Nimet Gençoğlu
Prof. Dr. İlknur Tanboğa
Prof. Dr. Ali Recai Mentеш
Prof. Dr. Yaşar Özkan
Prof. Dr. Ahu Acar
Prof. Dr. Zühre Hale Cimilli
Doç. Dr. Buket Evren
Prof. Dr. Şebnem Erçalık Yalçınkaya
Prof. Dr. Filiz Onat
Dr. Zerrin Kurşun
Prof. Dr. Afife Binnaz Hazar Yoruç
Dr.Öğr.Üyesi G. Hale Özcömert Coşkun
Dr.Öğr.Üyesi Gediz Kocabaş
Nuri Sertaç Sırma (sivil üye)

İmza

(Handwritten signatures of Prof. Dr. Nimet Gençoğlu and other members)

Ek1. Etik Kurul Karar Formu

9. ÖZGEÇMİŞ

Adı	Oksana	Soyadı	Oturgan
Doğum Yeri	Rusya	Doğum Tarihi	21.03.1987
Uyruğu	T.C.	Tel	05319110391
E-mail	oksanaoturgan@gmail.com		

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Lisans	Ural Devlet Tıp Akademisi Diş Hekimliği Fakültesi	2009
Lise	Ekaterinburg 175 No'lu Devlet Lisesi	2004

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
Araştırma Görevlisi	Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti A.D.	2015-2019

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*
Rusça	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
İngilizce	İyi	İyi	İyi

Yabancı Dil Sınav Notu

YDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
75								