



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA
TEZİ**

**LATERAL PERFORASYONLARIN
MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE İLE
TIKANMASINDA FARKLI YÖNTEMLERİN ETKİNLİĞİ**

ELSHAD SALMANOV

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

KASIM 2016



**LATERAL PERFORASYONLARIN MINERAL TRIOXIDE
AGGREGATE İLE TIKANMASINDA FARKLI YÖNTEMLERİN
ETKİNLİĞİ**

Elshad SALMANOV

**DOKTORA TEZİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

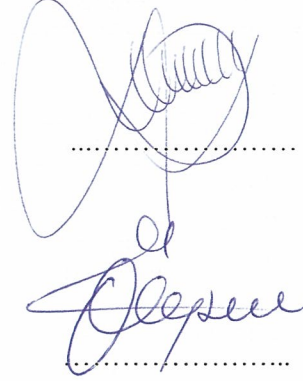
KASIM 2016

Elşad SALMANOV tarafından hazırlanan “Lateral Perforasyonların Mineral Trioxide Aggregate ile Tıkanmasında Farklı Yöntemlerin Etkinliği” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Endodonti Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM

Endodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Başkan : Prof. Dr. Özgür TOPUZ

Endodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Üye : Prof. Dr. Ayşe GÜLŞAHI

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Başkent Üniversitesi

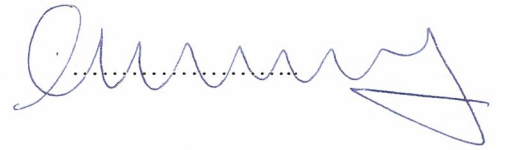
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Üye : Prof. Dr. Ali Cemal TINAZ

Endodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Üye : Doç. Dr. Kamran GÜLŞAHI

Endodonti Anabilim Dalı, Başkent Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Tez Savunma Tarihi: 14/11/2016

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa ASLAN

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdür V.

ETİK BEYAN

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

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Elshad SALMANOV

14/11/2016

LATERAL PERFORASYONLARIN MİNERAL TRİOXİDE AGGREGATE İLE TIKANMASINDA FARKLI YÖNTEMLERİN ETKİNLİĞİ

(Doktora Tezi)

Elshad SALMANOV

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 2016

ÖZET

Bu çalışma lateral oblik kök perforasyonlarının MTA ile tedavisinde perforasyon kanalının MTA'nın su ve propilen glikol + su karışımıyla hazırlanmasının ardından sonik, ultrasonik ve el kompaksiyonu ile dolgusunun başarısının araştırılması amacıyla rezin bloklar ve çekilmiş dişler üzerinde yapıldı. Araştırma iki bölümlü olarak planlandı. Birinci bölümde rezin bloklarda ana kanala oblik olarak 0.5 mm.lik çapında hazırlanan perforasyon kanalında ultrasonik ve sonik titreşimin iki farklı güç ve sürede uygulamaları ile MTA'nın su ve propilen glikol + su ile hazırlanan karışımları için en uygun güç ve süreler belirlendi. Değerlendirmeler penetrasyon derinliği, boş/dolu alan oranı ve radyoopasite açısından yapıldı. Çalışmanın ikinci bölümünde çekilmiş dişlerde öncelikle kanal preparasyonu ve kanal dolgusu sonrası bu araştırma için özel olarak tasarlanmış perforator sistem ile ana kanala göre aynı doğrultuda ve benzer ebatda lateral oblik perforasyon kannalları açıldı. Daha sonra rezin bloklarda belirlenen güç ve süreler esas alınarak her iki pat karışımı üzerine ayrı ayrı sonik, ultrasonik ve el kompaksiyonu uygulandı. Propilen glikolle hazırlanan örneklerde çekilmiş dişlerde ultrasonik uygulama yapılan MTA + su grubu hariç daha fazla penetrasyon derinliği görüldü. Bununla beraber ultrason uygulanan MTA + su grubundaki farklılık istatistiksel olarak önemli değildi ve bu grup propilen glikollü gruptan boş/dolu alan oranı ve radyoopasite açısından daha zayıf olarak bulundu. Sonik uygulama her iki pat karışımında da ultrasonik uygulama ve el kompaksiyonundan üstün bulundu. MTA + propilen glikol + su karışımına düşük frekansa sonik sistem uygulaması en başarılı yöntem ve preparasyon olarak belirlendi. Ultrason uygulanan MTA preparasyonlarında el kompaksiyonu uygulanan örneklere göre tüm değerlendirmelere göre daha iyi sonuçlar elde edildi.

Bilim Kodu : 1015.1

Anahtar Kelimeler : MTA, ultrasonik, sonik kompaksiyon, propilen glikol

Sayfa Adedi : 95

Danışman : Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM

EVALUATION OF DIFFERENT METHODS FOR SEALING LATERAL
PERFORATIONS WITH MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE

(Ph. D. Thesis)

Elshad SALMANOV

GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

November 2016

ABSTRACT

Success of obturation of lateral oblique perforations of roots using different MTA preparations were evaluated in this ex vivo study by using resin blocs and extracted teeth. MTA prepared either with distilled water or propylene glycol+water. Sonic and ultrasonic energy and hand compaction was used for obturation. The study was planned in two parts. In the first part perforation canal oblique to main canal was prepared in resin blocs. Then most suitable frequency and application time was assessed for ultrasonic and sonic energy for the penetration of MTA preparations. Chosen time periods were 4 and 8 seconds and high and low frequency for ultrasound and low frequency was applied for sonic system to seal the canals. Evaluations were made by the measurement of penetration depth, unfilled/filled canal proportion and radiopacity. In the second part best frequency and time defined for the application to MTA preparations in the resin blocks were chosen as a application parameter for extracted teeth. 60 single rooted premolar teeth with straight canals were decoronated and root canals were prepared by using Protaper instruments and after biomechanical preparation apical parts were filled sectionally by using AH26 paste and single cone gutta percha. After then 0.5 mm. diameter perforation canals were prepared in the middle/cervical part of roots established to invariable angle to main canal using specially designed perforator system for the study. More penetrations, unfilled/filled canal proportion and radioopacity were assessed in groups prepared with propylene glycol except MTA+water group compacted with ultrasonics for the measurement of penetration depth. However difference were not significant in this group and unfilled/filled canal proportion and radiopacity were lower than propylene glycol group. Success of sonic system were higher than ultrasonics and hand compaction for both MTA preparations. Best group was MTA+propylene glycol+water preparation applied with sonic system considering penetration depth, unfilled/filled canal proportion and radiopacity. Better results were found for ultrasound groups than hand compacted specimens for both MTA preparations by considering all evaluation parameters.

Science Code : 1015.1

Key Words : MTA, ultrasonic, sonic compaction, propylene glycol

Page Number : 95

Advisor : Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimin her aşamasında deneyim, bilgi birikimi ve desteğiyle bana yardımcı olan, özellikle bu doktora tezinin ortaya çıkmasındaki katkı ve emekleri için tez danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM'a,

Doktora eğitimim ve tez çalışmamın çeşitli aşamalarında bilgi ve tecrübesi ile yardımcı olan Doç. Dr. Güven KAYAOĞLU'na, eğitimim boyunca ilgi ve desteklerini esirgemeyen, başta Prof. Dr. Özgür TOPUZ ve Uzm. Dr. Mügem Aslı EKİCİ olmak üzere G. Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalının tüm öğretim üyelerine ve görevlilerine,

Doktora hayatım boyunca verdikleri destekten dolayı tüm doktora ve uzmanlık öğrencisi arkadaşlarıma,

Tanıdığım günden bu yana ve özellikle tez yazım aşamasında hiçbir desteğini esirgemeyen çok değerli arkadaşım Dr. Akın KANICIOĞLU'na,

Tez çalışmamın istatistiksel değerlendirmesinde yardımcı olan Gülhane Eğitim Araştırma Hastanesi Nöroşirürji bölümünden Dr. Röyal MEHTİYEV'e, deney aşamasında perforatör sistemin imalatinde yardımcı olan G.Ü. Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği bölümünden Arş. Gör. Dr. Faruk MERT'e,

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme,

Sevgi ve desteğiyle hayatın tüm zorluklarını aşmama yardımcı olan eşim Lale SALMANOVA'ya

Sonsuz saygı ve sevgilerimi sunuyorum...

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Etiyoloji	3
2.1.1. Patolojik perforasyonlar	3
2.1.2 İyatrojenik perforasyonlar	3
2.2. Epidemiyoloji	5
2.3. Tanı.....	5
2.4. Perforasyonlarda Tedavi	7
2.4.1. Tamir için ulaşabilme-konum ve periodontal ilişki	8
2.4.2. Ebat	9
2.4.3 Tedaviye başlama zamanı	10
2.4.4. Seçilen tamir materyali	10
2.4.5. Subjektif faktörler	29
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	31
3.1. Rezin Bloklarda Çalışma.....	31
3.2. Çekilmiş Dişlerde Çalışma.....	36
4. BULGULAR	41
4.1. Rezin Bloklardaki Çalışma Sonuçları	41

Sayfa

4.1.1. Rezin bloklarda ultrasonik ve sonik titreşim uygulamalarında grupların kanalda boş/dolu alan oranına göre değerlendirilmesi.....	41
4.1.2. Rezin bloklarda ultrasonik ve sonik titreşim uygulamasında patın lateral kanala penetrasyon derinliğinin değerlendirilmesi.	47
4.1.3. Rezin bloklarda ultrasonik ve sonik titreşim uygulamalarında patın radyoopasite değerlendirilmesi.	52
4.2. Çekilmiş Dişlerdeki Çalışma Sonuçları	57
4.2.1. Dişlerde ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu yöntemiyle doldurulmuş lateral kanalların boş/dolu alan oranına göre değerlendirilmesi.	57
4.2.2. Dişlerde ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu yöntemiyle doldurulmuş lateral kanallarda patın kanala penetrasyon derinliğinin değerlendirilmesi.....	61
4.2.3. Dişlerde ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu yöntemiyle doldurulmuş lateral kanallarda radyoopasite değerlendirilmesi.....	64
5. TARTIŞMA	69
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	79
KAYNAKLAR	81
EKLER.....	93
Ek-1. Etik Kurul Onayı	94
ÖZGEÇMİŞ	95

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Perforasyonların prognostik faktörlere bağlı olarak sınıflandırılması	9
Çizelge 3.1. Rezin bloklardaki uygulamalarda oluşturulan deney grupları.	33
Çizelge 3.2. Çekilmiş dişlerdeki uygulamalarda oluşturulan deney grupları.....	39
Çizelge 4.1. Bütün gruplar için kanalda boş/dolu alan oranlarına göre elde edilen değerler.....	41
Çizelge 4.2. Rezin bloklarda yüksek ve düşük frekanslarda ultrasonik ve sonik titreşimin farklı sürelerde MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımlarına uygulanmasında kanalda boş/dolu alan oranına göre ikili karşılaştırma (Wilcoxon Signed Ranks Test).....	43
Çizelge 4.3. Rezin bloklarda farklı frekanslardaki bağımsız grupların karşılaştırılması (Mann – Whitney test).	45
Çizelge 4.4. Bütün gruplar için patın kanal penetrasyon derinliğine göre elde edilen değerler.....	47
Çizelge 4.5. Rezin bloklarda yüksek ve düşük frekanslarda ultrasonik ve sonik titreşimin farklı sürelerde MTA + su ve MTA + propilen glikol + su uygulamasında patın kanal penetrasyonuna göre ikili karşılaştırma (Wilcoxon Signed Ranks Test).	48
Çizelge 4.6. Rezin bloklarda farklı frekanslardaki bağımsız grupların patın kanala penetrasyonuna göre karşılaştırılması (Mann – Whitney test).....	50
Çizelge 4.7. Bütün gruplar için radyoopasite değerleri.	52
Çizelge 4.8. Rezin bloklarda yüksek ve düşük frekanslarda ultrasonik ve sonik titreşimin farklı sürelerde MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımlarına uygulanmasında kanala gönderilen patın radyoopasite değerlerine göre ikili karşılaştırma (Wilcoxon Signed Ranks Test)	53
Çizelge 4.9. Rezin bloklarda farklı frekanslardaki bağımsız grupların karşılaştırılması (Mann – Whitney test).	55
Çizelge 4.10. Bütün gruplar için kanalda boş/dolu alan oranlarına göre elde edilen değerler.....	58
Çizelge 4.11. Dişlerde MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımlarına ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu uygulanmasında kanalda boş/dolu alan oranına göre ikili karşılaştırma (Wilcoxon Signed Ranks Test).....	58

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.12. Dişlerde bağımsız grupların ikili karşılaştırılması (Mann – Whitney test).....	59
Çizelge 4.13. Dişlerde bağımsız grupların çoklu karşılaştırılması.....	60
Çizelge 4.14. Bütün gruplar için patın kanal penetrasyon derinliğine göre elde edilen değerler.....	61
Çizelge 4.15. Dişlerde MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımlarına ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu uygulanmasında kanalda patın penetrasyon derinliğine göre ikili karşılaştırma (Wilcoxon Signed Ranks Test).....	62
Çizelge 4.16. Dişlerde bağımsız grupların ikili karşılaştırılması (Mann – Whitney test).....	63
Çizelge 4.17. Dişlerde bağımsız grupların çoklu karşılaştırılması.	64
Çizelge 4.18. Bütün gruplar için radyoopasite değerleri.	65
Çizelge 4.19. Dişlerde MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımlarına ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu uygulanmasında elde edilen radyoopasite değerlerine göre ikili karşılaştırma (Wilcoxon Signed Ranks Test).....	65
Çizelge 4.20. Dişlerde bağımsız grupların ikili karşılaştırılması (Mann – Whitney test).....	66
Çizelge 4.21. Dişlerde bağımsız grupların çoklu karşılaştırılması.	67

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Lateral perforasyon kanalı oluşturulmuş rezin blok (Frasaco, Tettnang, Almanya).	32
Resim 3.2. Aluminyum step wedge ve MTA diski yerleştirilmiş düzenek	32
Resim 3.3. Image J programında boş/dolu alan oran değerlendirilmesi. A. Dbütün düzenek görüntüsü. B. Perforasyon kanalının 4 defa büyütülmüş görüntüsü. C. Perforasyon kanalı total alan sınırlarının belirlenmesi ve alan ölçümünün pixel değeri. D. Perforasyon kanal dolgusunda boşluk alanın belirlenmesi ve pixel değeri.	34
Resim 3.4. Photoshop CC programında radyoopasite değerlendirmesi. A. Bütün düzenek görüntüsü. B. Perforasyon kanalında ölçüm yapılan noktanın belirlenmesi ve histogram analizinde çıkan değer (sağ üst köşe). C. MTA diskinin histogram analizi. D. Aluminyum step wedge`de perforasyon kanalındaki radyoopasite ölçümüyle eşleşen basamağın belirlenmesi.	35
Resim 3.5. Çekilmiş dişlerde perforasyon oluşturmak için imal edilmiş düzenek. A. Teknik çizim. B. Üçboyutlu çizim. C. Paslanmaz çelik gövdenin üstten görünüşü: büyük yuva ana kanala 25° açılı perforasyon oluşturma kanalı, küçük yuva ana kanala sabitleme kanalı. D. Paslanmaz çelik gövdenin alttan görünüşü.	37
Resim 3.6. Geliştirilen perforatör sistem kullanılarak bütün dişlerde ana kanala göre benzer açıda ve genişlikte lateral oblik perforasyonların oluşturulması. A. Silikon ölçü materyaline sabitlenmiş dişler. B. Perforatör düzeneyin kanal aleti ile dişin ana kanalına sabitlenmesi. C. Uç çapı 0.5 mm olan frezin konumlandırılması. D. Lateral, oblik perforasyon kanalı oluşturulmuş diş.	38
Resim 4.1. Resin bloklarda MTA + propilen glikol + su karışımına 4 ve 8 saniyelik ultrasonik uygulama sonrası alınan radyografi örnekleri. A. Düşük frekansa MTA + propilen glikol + su karışımına 8 saniyelik ultrasonik uygulama sonrası tam penetrasyon ve boşluk saptanamayan bir örnek. B. Düşük frekansa MTA + propilen glikol + su karışımına 4 saniyelik ultrasonik uygulama sonrası tam penetrasyon ve radyografik boşluk görülen bir örnek. C. Yüksek frekansa MTA + propilen glikol + su karışımına 8 saniyelik ultrasonik uygulama sonrası boşluk ve penetrasyon noksanlığı görülen bir örnek. D. Yüksek frekansa MTA + propilen glikol + su karışımına 4 saniyelik ultrasonik uygulama sonrası perforasyon boşluğunda yetersiz penetrasyon ve yoğun boşluklar görülen bir örnek	42

Resim	Sayfa
Resim 4.2. Çekilmiş dişlerde MTA + propilen glikol + su karışımına uygulanan el (A), ultrasonik (B) ve sonik (C) kompaksiyon sonrası alınan radyografiler.	57

1. GİRİŞ

Kök perforasyonu patolojik veya iyatrojenik nedenlerle kök kanal sistemi ile dişin destek dokusu veya ağız boşluğu arasında doğal olmayan yeni bir bağlantı oluşumdur. Kök perforasyonları patolojik olarak çürük veya rezorbsiyonlar sonucu oluşabildiği gibi endodontik tedavi işlemleri sırasında veya tedavi sonrası restorasyon esnasında meydana gelebilir [1]. Endodontik giriş kavitesi preparasyonu sırasında yanlış yönlendirilmiş frezlerle kanal girişlerinin aranması, kalsifiye ya da kurvatürlü kanallarda yanlış doğrultu veya dişin aksiyal eğimi dikkate alınmadan yapılan preparasyonlar veya kök kanalından destek alınarak yapılan restorasyon sırasında yanlış konumda oluşturulan post boşluğu preparasyonu gibi nedenler kök perforasyonunun yaygın görülen nedenleridir [2,3]. Konservatif endodontik tekrarlayan tedavilerde kök kanallarının boşaltılmasında da sıklıkla perforasyonlar görülebilmektedir [4].

Perforasyon olgularında çabuk ve etkili bir tıkama ve kök kanal sistemindeki yeterli tedavi başarılı bir prognoz için ön koşuldur [5]. Kök perforasyonlarında hermetik bir kapatma başılamadığında kök kanalından veya periodontal dokudan yayılabilen bakteriyel enfeksiyon iyileşmeyi önleyebilir ve açılımın bulunduğu destek dokularda iltihabi gelişimlere neden olabilir. Perforasyonlar ağrı, apse, süpürasyon, fistül ve rezorbsiyonlara yol açabilir. Perforasyon lateralde, krestal bölgede veya çok köklü dişlerin furkasyonunda oluştuğunda dişeti cep tabanındaki yapışık dişeti epiteli perforasyon bölgesine doğru kayabilmekte ve cebin derinleşmesine ve kemik kaybına neden olabilmektedir. Bununla beraber erken tanı ve biyouygun bir materyalle hermetik ve etkili bir tıkama ile dişin uzun süre ağızda tutulabilmesini sağlayacak uygun koşullar yaratılabilir.

Furkal ve strip perforasyon olgularında olduğu gibi lateral perforasyonlarda da erken tanı, biyouygun bir materyalle çabuk ve etkili tıkama başarılı bir prognoz için anahtardır. Lateral perforasyonların özel konumu ve klinik girişimlerde ulaşım güçlükleri etkili bir tıkamayı güçleştirmekte ve manuplasyonu güç olan güncel perforasyon tamir materyallerinin daha basit ve başarılı uygulamaları için hekimleri daha ileri yaklaşımlar arayışına itmektedir. Kullanılan tıkama materyallerin fiziksel özelliklerine formülasyon ve taşıyıcıları değiştirerek yapılan müdahaleler yanında, farklı uygulama aletleri ve yöntemleri de denenerek klinik başarı oranı artırılmaya çalışılmaktadır. Perforasyon

tamirinde yaygın olarak kullanılan MTA ve kalsiyum silikat esaslı benzer materyallerin kök kanalı ayrıntılarına elle yapılan uygulamalar yanında sonik veya ultrasonik olarak olarak gönderilmeleri de mantıklı olabilir [6 - 8].

Bu araştırmada geleneksel yöntemlerle MTA tıkaasında güçlüklerle karşılaşılan oblik lateral perforasyon olgularında MTA'nın farklı akışkanlıktaki karışımlarının el, sonik ve ultrasonik kompaksiyonla uygulanmasının rezin bloklar ve çekilmiş dişlerde yapay olarak oluşturulan kanalları doldurma başarısının radyografik olarak incelenmesi amaçlandı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Etyoloji

Köklerde oluşan perforasyonlar etyolojisine göre iki ana grup altında toplanabilir:

1. Patolojik perforasyonlar
2. İyatrojenik perforasyonlar

2.1.1. Patolojik perforasyonlar

Patolojik perforasyonlar kök rezorpsiyonu ve çürük sonucunda oluşabilir. Kök rezorpsiyonu osteoklastik hücrelerin faaliyeti sonucunda dentin ve sementte progresif doku kaybının oluşumudur [9]. Kök kanal sisteminde olduğu zaman internal inflamatuvar kök rezorpsiyonu olarak tanımlanmaktadır. Radyografilerde kanal sisteminde oval şekilli genişleme olarak gözlenebilir. Kesin nedeni bilinmemekle beraber travma, pulpal inflamasyon ile ve pulpotomi işlemleri sonrasında da gelişebilir. Tedavi edilmeyen rezorbsiyon perforasyon oluşumuna kadar ilerleyebilir. Bu nedenle erken tanı ve girişim perforasyon ortaya çıkmadan önce olgunun kontrol altına alınmasında önem taşır [10,11].

Eksternal inflamatuvar kök rezorpsiyonu kök yüzeyindeki periodontal ligament hücreleri ve sementin hasar görmesi sonucunda oluşur. Eksternal rezorpsiyonun farklı tipleri vardır ve rezorptif defektin kanal sistemi ile iletişim kurma potansiyeli vardır. Rezorpsiyonun kontrol altına alınma ve tedavi başarısı tip, genişlik ve olduğu bölgeye bağlıdır [10,11].

İleri çürük lezyonları da perforasyona neden olabilir. Bu lezyonlar mikrobiyal etki sonucunda diş dokularının harabiyeti olarak tanımlanmaktadır. Tedavi edilmemiş çürükler pulpa odası tabanında ve kökün her hangi bir yerinde perforasyon oluşturabilir [12].

2.1.2 İyatrojenik perforasyonlar

Köklerin farklı seviyelerinde, farklı konumlarda (bukkal, lingual, mezial veya distal veya köklerarası) lateral, strip veya furkal perforasyonlar şeklinde görülebilir [13].

Kök seviyesine göre perforasyonlar

1. Koronal üçlü perforasyonları

Koronal üçlü perforasyonları kanal girişlerini bulmaya veya açmaya çalışırken primer kök kanal tedavisi veya tekrarlayan kök kanal tedavileri esnasında oluşabilir. Pulpa odası ve kanal girişlerinin kalsifikasyonları, kanalların yanlış yerde aranması, ileri kron-kök açılanmaları ve koronal dentinin aşırı derecede kaldırılması koronal veya servikal bölgede krestal kemiğe göre farklı seviye ve farklı konumlarda veya furkasyonda perforasyonlara neden olabilir.

2. Orta üçlü perforasyonları

Aşırı enstrümantasyon yapıldığı durumlarda orta üçlüde strip perforasyon oluşabilir. Genellikle bu tür perforasyonlar dar kanallarda Gates-Glidden frezleri gibi büyük aletlerle veya agreziv crown-down yaklaşımlarında oluşmaktadır. Kök kanal preparasyonu sırasında kanal aleti büyük olduğunda veya aşırı genişletme yapıldığında da böyle perforasyonlar oluşabilir. Özellikle azı dişlerin kurvatürlü kanallarında enstrümantasyon zor olduğundan furkasyonel strip perforasyon meydana gelebilir. Orta üçlüde perforasyonlar sklerotik kanallarda çalışırken de görülebilir. Aşırı kalsifiye kanallarda motorla dönen veya elle kullanılan aletlerin kök kurvatürü veya aksiyel doğrultu dikkate alınmadan kullanılması orta üçlüde lateral perforasyonlara yol açabilmektedir.

3. Apikal üçlü perforasyonları

Kanalda yetersiz temizlik ve şekillendirme tıkanıklıklara ve basamaklara yol açabilir. Bu tür perforasyonlar kanal aletinin kökün merkezinden saparak kanal yönünü değiştirmesi ile veya basamak oluşumunun ileri evresinde oluşabilir. Kurvatürlü kanallara yerleştirilmiş esnek olmayan kanal aletleri de zip oluşumunun ileri evresinde perforasyonlara neden olabilir. Apikal perforasyon hekimin apikal anatomiye iyi değerlendiremediği koşullarda veya apikal daralım bölgesinde endodontik aletlerin aşırı kullanımıyla da oluşabilir.

Post boşluğu preparasyonu

Kök kanal obturasyonu sonrasında post boşluğunun hazırlanmasında özellikle işlemler kanal tedavisini yapan hekimden başkası tarafından yapıldığında perforasyonlar oluşabilir. Kök kanal destekli restorasyonların yerleştirilmesinde geleneksel yaklaşımlarda postun uzunluk ve genişliğine odaklanılmaktadır. Bu da apikal ve strip perforasyon riskini artırmaktadır. Bazen post yanlışlıkla kök kanalına değil oluşturulan yapay dentin kanalına yerleştirilebilir. Kuttler ve diğerleri (2004) in vitro bir çalışmada alt azı dişlerin distal köklerinde GG frez ile post boşluğu hazırlanması sonrası kalan dentin kalınlığını ölçmüşler ve perforasyon riskine işaret etmişlerdir [14]. Kvinnsland ve diğerleri (1989) kendi olgularında perforasyonların yaridan çoğunun post preparasyonu sırasında oluştuğunu gözlemlemişlerdir [3]. Kök kanal doğrultusu ve dişin aksiyel eğimi dikkate alınmadan direkt olarak motorlu aletlerle oluşturulan preparasyonlarda sıklıkla lateral kök perforasyonları meydana gelebilmektedir.

2.2. Epidemiyoloji

Kök perforasyon sıklığı %3 ile %10 gibi yüksek oranlarda bildirilmiştir. İyatrojenik perforasyonların %47'sinin endodontik tedavi, %53'ünün protetik tedavi sırasında oluştuğu ve maksiller dişlerin (%74,5) mandibuler dişlerden (%24,5) daha fazla etkilendiği bildirilmiştir [3]. Toure ve diğerleri (2011) kanal tedavili dişlerin çekim nedenlerini araştıran bir çalışmada dişlerin % 4.2'sinin iyatrojenik perforasyonlar nedeniyle çekildiğini bildirmişlerdir [15].

2.3. Tanı

Kök perforasyonlarının doğru tesbiti ve konumunun belirlenmesi tedavi başarısı açısından önemlidir ve tanı için bazı işaretler iyi değerlendirilmelidir. Dişlerin kök kanallarında enstrümantasyon veya post hazırlıkları sırasında ani kanama ve ağrı, potansiyel kök perforasyonu için önemli bir ikazdır. Kağıt konide kan bulunması gösterge olabilir. Bununla beraber kanama apikal foramen veya pulpa doku artıklarından da kaynaklanabilir. Bu nedenle tam güvenilir değildir. Radyografik tanıyı kesinleştirmek için, kök kanalının içine baryum sülfat ilave edilerek, yüksek radyopaklıktaki kalsiyum hidroksit patının yerleştirilmesi önerilmiştir [16]. Ancak, krestal perforasyonlarda bu yöntemin

uygulanmasında dikkatli olunmalıdır. Materyalin periodontal dokulara taşması sonucu gereksiz mekanik ve kimyasal tahrişe neden olunarak prognoz olumsuz etkilenebilir. Kök kanalında radyoopak bir nesneyle farklı açılardan alınan radyografiler daha iyi bir seçenektir ve mevcut perforasyonu doğrulayabilir. Radyografiler sadece iki boyutlu görüntü vermektedir ve bu yüzden perforasyonun yeri ve boyutlarını değerlendirmek zor olabilir. Meziyal veya distal yönde açılmalarla alınan ilave filmlerle tanı kesinleştirilmeye çalışılır. Kök perforasyonu bukkal veya palatinal yönlerde yerleştiğinde radyografinin tanısal değeri sınırlıdır. Radyografik görüntülemeye daha radyoopak anatomik bir yapının kökle superpoze olması perforasyonu gizleyebilir. Yukarıda tarif edilen yöntemlere ek olarak, radyografi perforasyon sonrasında oluşan radyolusent lezyonların gelişmekte olan lokal osteoliz olabileceğini ortaya çıkarabilir.

Elektronik apeks bulucu (EAL) aletler kök perforasyonunun konumunun belirlenmesinde radyografilerden daha güvenilir bulunmuştur. Kanal genişletme işleminden sonra çalışma boyunun tekrar EAL ile doğrulanması önerilmektedir. Başlangıç çalışma boyundan çok kısa ölçüm perforasyon belirtisi olabilir [17].

Dental operasyon mikroskobu ortograd kök kanal tedavisi ve cerrahi endodontik tedavilerde kök perforasyonlarının tesbitinde yararlı başka bir araçtır. Koaksiyel aydınlatma ile birlikte yararlanılan yüksek büyütme sayesinde kurvatürsüz kök kanallarında hassas bir algılama ve görüntüleme sağlar [18].

Dar izole periodontal defekt kök perforasyonu nedeniyle periodontal açılmanın olası bir işaretidir. Bu tür dişlerde oral kaviteyle olası bir bağlantıyı ortaya çıkarmak için dişetinin sondla muayenesi önerilmektedir. Lokal vertikal kemik kaybını belirlemek için periodontal sond hafifçe dişeti tabanına bastırılarak diş etrafında hareket ettirilmelidir. Dar izole periodontal defekt varlığında, vertikal kök kırığından ayırteci tanı amaçlı eksploratif cerrahi yapıla bilir [19]. Tedavi edilmeyen perforasyonlar, perforasyon bölgesinde seröz eksuda veya sinüs oluşumu, perküsyona duyarlılık, iltihap alveol kemiğine ulaştığında lokalize periodontal cep ve kronik dişeti iltihabı oluşturabilir [20].

Perforasyon değerlendirmesinde konik ışınli bilgisayarlı tomografi giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Rezorptif lezyonların ve post perforasyonlarının CBCT kullanılarak doğru tespit edilerek değerlendirilebildiğine dair kanıtlar vardır. Ancak bu 3 boyutlu

taramalar iyonize edici radyasyonun daha fazla olması nedeniyle, yalnızca klinik değerlendirmelere ileri katkılar sağlayabilecek durumlarda düşünülmelidir [21].

2.4. Perforasyonlarda Tedavi

Kök perforasyon tamirinin amacı, sürekli iltihap ve ataşman kaybını önleyerek perforasyon bölgesi ile ilişkili periodonsiyumun sağlık durumunun korunmasıdır. Kök perforasyonlarında perforasyonun krestal kemik seviyesinin üzerinde veya altında olduğu durumlarda ve lokalizasyona göre farklı uygulamalar ve materyal seçimine gidilir. Krestal seviye üzerinde daimi dolgu maddeleri ile onarım düşünülür. Krestal seviyenin altında ise üç farklı yaklaşım söz konusudur:

1. Ortodontik ekstrüzyon
2. Kanal içinden tıkama
3. Cerrahi tamir

Perforasyon sonrasında başlangıçtaki akut inflamatuvar yanıtın ardından bölgedeki periodontal liflerin destrüksiyonu, kemik rezorpsiyonu ve granülatöz doku gelişebilir [22]. Kökün orta ve apikal kısımlarında perforasyona bitişik bölgede radyolusensi ortaya çıkabilir. Ataşmana yakın supra krestal perforasyonlarda bölgede epitel proliferasyonu ve ardından periodontal cep oluşabilir. Perforasyonun erken tespit ve tamir edilmediği durumlarda gelişen periodontal doku yıkımı dişin kaybına yol açabilir. Perforasyon bölgesinde her zaman irreversible inflamasyon gelişirse de, irritasyon etkenleri veya mikrobiyal kontaminasyon başarılı prognozu tehlikeye atar. Tedavi sırasında veya sonrasında bakteriyel kontaminasyon kök kanal tedavisinin başarı oranını önemli ölçüde - %56 oranında azaltabilir [23]. Kök perforasyonunun tedavisinin başarılı olup olmaması perforasyon bölgesinde bakteriyel enfeksiyonun önlenmesi veya elimine edilmesine ilave olarak hermetik bir tıkamayla tam tamir olmasına bağlıdır. Perforasyon tedavisinin başarısını etkileyen faktörler genel olarak aşağıdakılardır (Çizelge 2.1).

1. Tamir için ulaşılabilirlik-konum ve periodontal ilişki
2. Defekt ebadı
3. Tedaviye başlama zamanı

4. Seçilen tamir materyali
5. Subjektif faktörler:
 - a. Hekimin teknik yetkinliği
 - b. Hastanın ağız hijyeni

2.4.1. Tamir için ulaşabilme-konum ve periodontal ilişki

Konservatif veya cerrahi yaklaşımlarda perforasyon alanına ulaşım ve bölgede etkili ve yeterli bir kapatmanın sağlanması prognoz açısından önem taşır. Tedavi prognozunu etkileyen en önemli parametre perforasyonun kök yüzeyindeki konumudur. Krestal kemik ve epitel ataşmana nispeten yakın bölge kritik bölge sayılmaktadır ve bu bölgede meydana gelen perforasyonlar dişeti cebi yoluyla ağız ortamından bakteriyel kontaminasyon oluşabildiğinden daha kritik konumdadır [13]. Böylece epitel apikal migrasyonla perforasyon alanına doğru gelişerek periodontal defekte ve derin cep oluşumuna neden olur [24,25]. Periodontal cep oluştuğunda perforasyon alanına cepten sürekli irritan girişi olduğu için ısrarcı iltihaba neden olmaktadır. Bu perforasyonların periodontal açıdan prognozu zayıftır ve yeterli endodontal ve periodontal tedavi yapılamadığında başarısızdır [26].

Çok köklü dişlerin furkasyon bölgesindeki perforasyonlar da epitelyal ataşman ve gingival sulkusa yakınlığından dolayı tehlikelidir. Bazen oluşan iltihap periodontal dokuda hızlı ve yaygın yıkıma neden olabilir ve oral kaviteyle sürekli ilişkiye ve ısrarcı süpüran lezyona yol açabilir. Bununla birlikte, maymunlarda deneysel furkasyon perforasyonlarının tedavisinde yüksek iyileşme oranı elde edilmiştir [24]. Beavers ve diğerleri (1986) iki maymunun 24 dişinde furkasyon perforasyonları çözünmeyen kalsiyum hidroksit ve teflon disklerle kapatılmışlardır. Pulpa ekstirpe edildikten sonra tüm işlemler sıkı aseptik koşullar altında yapılmış ve giriş kaviteleri ZOE siman ve amalgamla onarılmıştır. Farklı zaman peryotlarından sonra furkasyon perforasyonlarında epitelyal migrasyonun olmadığı histolojik iyileşme bulguları gözlemlenmiştir. Bu çalışmada tedavide lateral perforasyonlarda da periodontal doku iyileşmesinde benzer bulgular elde edilmiştir.

Hartwell ve England (1993) maymunlarda furkasyon perforasyonlarının tamirinde dondurulmuş kurutulmuş kemik kullanarak yüksek başarı oranı elde etmişlerdir. Ancak,

herbir örnekte perforasyonun altında kemik iyileşmesi olmadan epitel tabakası bulunmuştur. Çalışmada sunulan radyografilerde perforasyon defektleri krestal kemik seviyesinde konumlanmıştır, dolayısıyla epitelyal migrasyona duyarlıdır [25].

Kritik bölgenin koronalinde olan perforasyonlar kolayca erişilebilir olduğunda ve peridontal tutulum olmadan geleneksel dolgu maddeleri ile yeterli bir tıkama sağlandığında prognoz iyidir. Krestal kemik ve epitelyal ataşmanın apikalindeki perforasyonların yeterli endodontik tedavisi yapıldığında ve esas kanalın erişilebilir olduğu durumlarda tedavi prognozu başarısı artmaktadır. Bu tür vakalarda periodontal ilişki riskinin azalması prognozu olumlu etkiler.[27,28].

2.4.2. Ebat

Büyük ebatlı perforasyonlar tedaviye küçük ölçülü olanlar kadar iyi yanıt vermeyebilir [29]. Himel ve diğerleri [30] köpek alt azı dişlerinde pulpa boşluğu tabanındaki perforasyonlarda üç materyalin iyileşme üzerine etkisini değerlendirmiş ve orantısal olarak büyük dişlerdeki küçük perforasyonlar daha iyi iyileşme tepkisi göstermiştir. Büyük perforasyonlar destek dokuda daha fazla travmaya neden olan agreziv frezlerin kullanıldığı işlemlerde oluşmaktadır. Ayrıca, büyük perforasyonlarda hasarın tamamen tıkanması problem olmaktadır. Dolayısıyla sürekli olarak perforasyon alanının bakteriyel tahrişine neden olabilir [31]. Küçük perforasyonların tamiri daha kolaydır ve bu nedenle öngörülebilir iyileşme potansiyeli sağlanmaktadır.

Çizelge 2.1. Perforasyonların prognostik faktörlere bağlı olarak sınıflandırılması

Perforasyonların prognostik faktörlere bağlı olarak sınıflandırılması		
Parametre	Olumlu prognoz	Olumsuz prognoz
Zaman	Derhal	Uzun süre varolan
Ebat	Küçük	Geniş
Konum	Apikal/orta/koronal üçlü	Krestal

2.4.3 Tedaviye başlama zamanı

Aslında çok sayıda deneysel çalışma tedavi sonuçlarının belirlenmesinde zaman açısından en önemli etkenin hemen kapatma olduğunu göstermektedir.

Lantz ve Perrson (1970) köpek dişlerinde perforasyonlar oluşturarak hemen veya biraz gecikmeyle tedavi etmişlerdir [32]. Çalışmada en uygun iyileşmenin acil tedavi edilen perforasyonlarda olduğu kanıtlanmıştır. Seltzer ve diğerleri (1970) maymunlarda aralıklarla 22 perforasyon olgusunu tedavi ederek on aya kadar izlemişlerdir [33]. Bütün dişlerde periodonsiyum hasar görse de en şiddetli doku harabiyeti tedavi olmamış perforasyonlarda ve tedavisi geciktirilmiş dişlerde olmuştur.

Beavers ve diğerleri (1986) maymun modelinde deneysel olarak oluşturulmuş kök perforasyonlarında tedavi sonrasında kalıcı periodontal iyileşme gözlemlemişlerdir [24]. Perforasyonun çabuk obturasyonu ve aseptik tekniğin uygulandığı perforasyonlarda yüksek başarı oranı bildirilmiştir. Bununla beraber Benennati ve diğerleri (1986) perforasyon bölgesinde asepsi sağlandığında amalgam kullanılarak yapılan gecikmiş perforasyon tamirinin prognozu olumsuz etkilemediğini bildirmişlerdir [34].

Sonuç olarak, bu çalışmalar perforasyon bölgesinde enfeksiyonun ortaya çıkma potansiyelini en aza indirmek için, perforasyon tedavisi için en uygun zamanın kazadan hemen sonra onarılması olduğunu göstermektedir. Böylece enfeksiyon, kronik granülasyon dokusu veya periodontal cep oluşma olasılığı azaltılabilir.

2.4.4. Seçilen tamir materyali

İdeal malzeme arayışında, farklı materyaller denenmiştir. Ancak, malzeme faktörü tedavi sonucu için önemli olan birçok kritik faktörden sadece birisidir. Şüphesiz materyal seçimi perforasyon türüne göre yapılmalıdır.

İdeal perforasyon tamir materyali özellikleri

1. Kolaylıkla doldurulabilmeli, yeterli çalışma süresi tanınmalı ve gerektiğinde çıkarılabilmelidir.
2. Yeterli sızdırmazlık sağlamalı, sızdırmazlığını devam ettirebilmelidir.

3. Periapikal dokular ve dişe zararlı olmamalıdır.
4. Osteoindüktif (çoklu yetenekler taşıyan) özellikler ile lokal bağ dokusu hücrelerinin kemik oluşturan hücrelere diferansiyasyonunu teşvik etmelidir.
5. Osteogenezis ve sementogenezisi destekleme özelliğine sahip olmalıdır.
6. Perforasyon bölgesi tahrişinden sonra periodontal bağ dokusu ataşman aparatının aktif olarak rejenerasyonunu uyarmalıdır.
7. Akışkanlığı bulunmalı, doldurulmadan önce sıvı veya yarı katı olmalı fakat sonradan perforasyon bölgesi içinde genişerek yavaşça sertleşmelidir.
8. Uygun film kalınlığı bulunmalıdır.
9. Stabil olmalı, sertleşme esnasında veya sonradan büzüşmemeli
10. Su absorpsiyonu göstermemeli, doku sıvılarında erimemeli, ebatsal stabilite göstermelidir.
11. Donma sonrası gözenekler göstermemelidir.
12. Furkal, strip ve lateral perforasyonları doldurabilmelidir
13. Perforasyon bölgesi çeperlerine yapışmalı, yandan ve perforasyon ağzını üç boyutlu olarak iyice kapatmalı ve dentin kanalcıklarına derin penetrasyon göstermelidir.
14. Periodontal dokuya taşıdığı rezorbe olabilmeli, ancak kanal içinde rezorbe olmamalıdır.
15. Steril olmalı veya steril edilebilmeli ve bakteriyostatik olmalıdır.
16. Kalan mikroorganizmalar üzerinde mikrobiyal kontrolü sağlayabilmelidir.
17. Radyografide kontrol için radyopak olmalıdır.
18. Uygun bir sürede donmalı, x-ışını kontrolü için yeterli bir zaman aralığı bırakmalıdır.
19. Dişi boyamamalı veya zamanla dişin renginde değişikliğe neden olmamalıdır.
20. Periodontal dokular yoluyla immün cevap uyandırmamalıdır.
21. Mutajenik ve karsinojenik olmamalıdır.
22. Üzerine yerleştirilen restoratif materyallerle yerinden oynamamalı, etkileşime girmemelidir
23. Bozulmadan uzun süre saklanabilmelidir [35].

Perforasyon Tamirinde Kullanılan Materyaller

A. Hemostatik materyaller

Perforasyon bölgesi veya yapay kanalın başarılı bir örtüsü için bölgede kan, serum gibi sıvıların bulunmaması gerekir. Kuru bir alan görüşü artırır ve onarımın düzgün bir şekilde yerleştirilmesini sağlar. Kalsiyum hidroksit kanala şırıngaların hidrolik basıncıyla yerleştirilir. Kanal veya perforasyon bölgesinde 4-5 dakika kalması sağlanır. Daha sonra alandan NaOCl ile uzaklaştırılır. 2-3 uygulama kanamayı kontrol altına almaya başlar. Kanama durdurulamadığında kalsiyum hidroksit sonraki seansa kadar kanalda bırakılır. Ferrik sülfat gibi hemostatiklerin bıraktığı koagülüm bakteriyel gelişime zemin hazırlayabilir.

B. Bariyer materyalleri

1. Rezorbe Olabilen Bariyerler: Genelde diş içinde değil, kemik içindeki kaviteye yerleştirilirler. Furkasyon veya kök yüzeyi anatomisine uygun şekilde konumlandırılır. Genelde kollagen ve kalsiyum sülfat tercih edilmektedir.

Collacote (Sulger Dental Carlsbad, CA) tam hemostaz oluşturarak uygun çalışma koşulları sağlar. Biyouygundur, yeni doku gelişimini destekler ve dokuda 10-14 günde rezorbe olur. Defektin ebatlarına bağlı olarak uygun ebatlarda kesilir ve parçaları giriş kavitesine getirilir. Osseöz defekte yeteri sertlikte bir bariyer oluşana kadar parça parça yerleştirilir. 2-5 dakikada hemostaz oluşur. Kollagen bariyerler amalgam, Super EBA ve diğer non-bonded restoratif materyallerle birlikte sıkça kullanılmaktadır. Adeziv dişhekimliğinde kontrendikedir. Çünkü nem çeker ve dolgu maddesini kontamine eder.

Kalsiyum sülfat (Capset; Life Core Biomedical, Chaska, MN). Perforasyonlarda bariyer ve hemostatik olarak kullanılabilir. Donduğunda vasküler kanallarda mekanik tıkaç yaparak tampon etkisi gösterir. Biyouygundur, iltihap oluşturmaz ve 2-4 haftada biyorezorbe olabilir. Mikrotüp sistemi ile dişin içinden şırıngalanır. Ultrasonla da uygulanabilir. Çabuk donar. Ultrasonik bitirme enstrümanları ile (UFI, Dentsply, Tulsa Dental, Tulsa, Okla.) aşındırılabilir. Nemli bağlanmada tercih edilecek materyal olmaktadır.

2. Rezorbe Olmayan Onarım Maddeleri

a. Restoratif maddeler:

1. Amalgam
2. Çinko oksit öjenol
3. Super EBA
4. IRM (Intermediate Restorative Material)
5. Guta perka
6. Çinko sulfat esaslı geçici dolgular (Cavit vb.)
7. Cam iyonomer siman
8. Metal-modifiye cam iyonomer siman
9. Kompozit (Retroplast(Retroplast Trading, Rovrig, Danimarka), Geristore(DenMat, Santa Maria, CA, ABD).
10. Kalsiyum hidroksit

b. Kalsiyum Silikat Simanlar

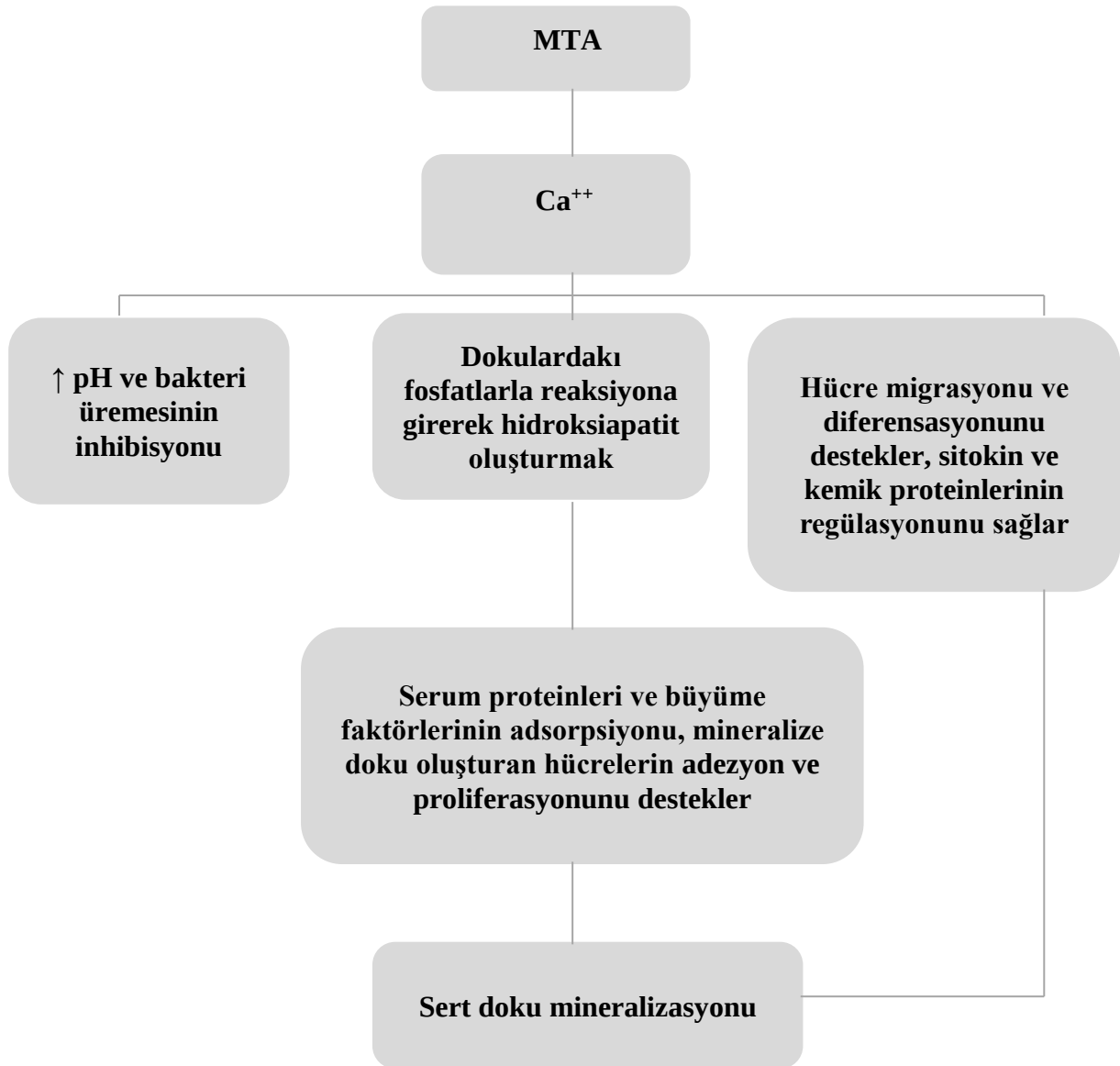
1. MTA ProRoot EndoSealer (Gri ve Beyaz; Dentsply/Tulsa Dental Specialties, A.B.D)
2. MTA Plus (Avalon, Biomed, Bradenton, A.B.D.)
3. MTA Angelus (Gri ve Beyaz; Angelus, Londrina, Brezilya)
4. MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brezilya)
5. OrthoMTA (BioMTA, Seul, Kore)
6. Retro MTA (BioMTA, Seul, Kore)
7. EndoCem MTA (Maruchi, Wonju, Kore)
8. EndoCem Zr (Maruchi, Wonju, Kore)
9. EndoSeal (Maruchi, Wonju, Kore)
10. MM MTA (Micro Mega, Besancon, Fransa)
11. Biodentine (Septodont, St. Maurdes Fossés, Fransa)

12. Endosequence (Brasseler, Savannah, Georgia, A.B.D.)
13. Diadent BioAggregate (DiaRoot, Diadent, Burnaby, Kanada)
14. New Endodontic Cement – CEM (BioniqueDent, Tehran, Iran)
15. I-Root BP Plus (Innovative BioCeramix, Vancouver, Kanada)
16. Tech Biosealer capping (Isasan, Rovello Porro, CO, Italya)
17. TheraCal (Bisco Inc, Schaumburg, IL, ABD)
18. Smartpaste Bio (Smart Seal DRFP Ltd, Stamford, İngiltere)

Ticari ürünlere her gün yenileri eklenmektedir.

Mineral Trioxide Aggregate

Hidrolik silikat siman olarak da adlandırılmaktadır [36]. Donması hidrasyon reaksiyonuna dayanır. Oluşan materyal esas olarak kalsiyum silikattır. Trikalsiyum silikat, trikalsiyum aluminat ve trikalsiyum oksit silikat oksit gibi trioksitlerin eklenerek elde edilen mineral oksit agregatı olarak tarif edilmiştir. MTA bugün apikal cerrahi, apeksifikasyon tedavileri ve perforasyon tamirlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. MTA kemik hücrelerine biyolojik olarak aktif substrat taşır ve interlökin oluşumunu stimüle eder. İnsan dokularıyla temasta kalsiyum hidroksit oluşturur. Kalsiyum hidroksit pulpa dokusu ile temasta kalsit kristalleri birikimi sağlar. Zengin ekstraselüler fibronektin ağ yapısı bu kristallerle yakın temas sağlar. Osteogenez ve sementogenezisi teşvik eder (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. MTA'nın etki yolları

MTA içeriği

MTA esas olarak Portland çimentosundan oluşmaktadır. ProRoot MTA, yaklaşık ağırlıkça %75 Portland çimentosu, ağırlıkça %20 bizmut oksit (Bi_2O_3), ve ağırlıkça %5 kalsiyum sülfat dihidrat ya da alçı ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) içerir. Az miktarda eser elementler de mevcut olabilir. MTA'nın Portland çimentosu bileşenini trikalsiyum silikat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ veya Ca_3SiO_5 aynı zamanda alit şeklinde bilinmektedir), dikalsiyum silikat ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ veya Ca_2SiO_4 da belit olarak da bilinir) ve trikalsiyum alüminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ya $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$) oluşturur. Gri MTA'da beyaz MTA'dan farklı olarak tetrakalsiyum aluminoferrit ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) bulunmaktadır. Alternatif olarak MTA'daki Portland çimentosu

fraksiyonu, aynı zamanda, CaO (kireç), SiO₂ (silika), Al₂O₃ (alüminyum oksit), gri MTA için Fe₂O₃ (demir oksit) karışımları olarak düşünülebilir. Tipik bir Portland çimentosunun tozu, büyük oranda %75-80 trikalsiyum silikat ve dikalsiyum silikat, yaklaşık her biri için %10 trikalsiyum alüminat ve tetra aluminoferritten oluşmaktadır.

Portland çimentosunun dental kullanım için yeterince radyopak olmaması nedeniyle MTA'ya bizmut oksit ilave edilmektedir. Genellikle suda çözünmez olarak kabul edilmesine karşın, bizmut oksitin tamamen etkisiz olmadığı ve MTA'nın sertleşmesinde sınırlı bir rol oynadığı, kalsiyum silikat hidrat yapısının bir parçasını oluşturduğu gösterilmiştir [37,38]. Bizmut oksitin radyopasite dışında Portland çimentosuna eklendiği zaman sertliği azalttığı ve poroziteyi artırdığı görülmektedir [39].

Alçı, trikalsiyum alüminat tepkilerini etkilediği için sertleşme süresini değiştirmek için Portland çimentosu/MTA'ya eklenir. MTA yapısında gerçek kalsiyum sülfat dihidrat veya kalsiyum sülfat hemihidrat (CaSO₄·½H₂O) veya susuz formunun (CaSO₄) bulunduğunu gösteren yayınlar bulunmaktadır [36,37,38,40,41].

MTA tozunun morfolojisi

Beyaz MTA tozundaki Portland çimentosu parçacıklarının ebatları genellikle <1 µm ile 30-50 µm ve bizmut oksit parçacıkları yaklaşık 10-30 µm. arasındadır [37]. Beyaz MTA tozunun gri MTA'ya göre daha homojen yapıda ve daha küçük parçacıklar içeriyor olması kullanım kolaylığı sağlamaktadır [42,43].

Sertleşme süresi

MTA kullanım talimatında çalışma süresinin 5 dakika, sertleşme süresinin 4 saate kadar olabileceği belirtilmektedir. Alternatif olarak, MTA sertleşme süresi farklı araştırmacılar tarafından 165 dakika (Torabinejad ve diğerleri 1995), ilk ve son sertleşme için 45-140 dakika (Chng ve ark. 2005), ilk ve son sertleşme için 40-140 dakika (Islam ve ark., 2006), 50 dakika (Kogan ve ark. 2006), 220-250 dakika (Ding ve ark., 2008), 151 dakika (Huang ve ark. 2008) ve 150 dakika (Porter ve ark., 2010) olarak bildirilmiştir [44-50]. Sertleşme süresindeki değişiklikler farklı deneysel yöntemlere bağlı olabilir.

Su ve nemin etkisi

MTA hidrolik bir siman olduğu için sertleşmesi ve diğ er optimal özelliklerinin oluşmasında su/nem kritik bir unsurdur. Ancak, eksik veya aşırı nem zararlı bir şekilde sertleşme ve diğ er özelliklerini etkileyebilir. Aşırı nem porozitenin artmasına ve MTA direncinin azalmasına neden olur [51]. Diğ er taraftan suyun yalnızca karıştırma sırasında kullanılmasına karşın, diğ er veya çevre dokulardaki nem klinik uygulamalarda MTA sertleşmesine etki etmektedir. Örneğ in, kanal içine doldurulmuş kuru MTA tozu sement veya aksesuar kanallar yoluyla gelen nemle sertleşebilir [52]. Bununla birlikte, MTA nisbeten kuru bir ortamda nemli ortamdaki kadar iyi uygulanamaz [53]. Suyun mevcut olması birincil sertleşme için önce suyun emilmesi mekanizmasına dayanan genişleme gibi diğ er özellikleri de belirlemektedir [54].

Çevre ile etkileşim

Çeşitli klinik uygulamalarda, özellikle endodontik işlemler sırasında MTA farklı fizyolojik sıvılarla karşılaşabilir. Bu çözeltiler sertleşme sırasında veya sonrasında, MTA'nın kimyasal özelliklerini etkileyebilir.

MTA'nın sertleşme sırasında iltihaplı pulpa veya periapikal dokuların asidik ortamlarının etkisinde kalması reaksiyon sonucunu etkilemektedir. Lee ve diğ erleri (2004) MTA'nın karıştırıldıktan sonra iki dakika sürede pH'ı 5 olan bir çözelti etkisinde bırakıldığında kalsiyum hidroksit oluşumunun azaldığını gözlemlemişlerdir [55]. Ayrıca, reaksiyon ürünü parçacıkların yüzey çözünmesi düşük mikrosertlikli materyalin zayıflamasına neden olduğu belirlenmiştir [56]. Sertleşme sırasında seroz sıvılar etkisinde kalmasının MTA'nın yüzey morfolojisi ve kimyasal dağılımını [57], aynı zamanda sertliğini zararlı yönde etkilediğ i gösterilmiştir [58,59]. Kan ile kontamine furkal perforasyonların MTA ile tamirinin kontamine olmamış onarımlara göre daha az dirence sahip olduğu [60] ve kanla kontamine MTA'nın basınç dayanımının bozulduğu [61] ve mikro sertliğ in azaldığ ı [62] gösterilmiştir.

Sertleşme esnasında, MTA'nın etilendiamintetraasetik asit (EDTA) gibi kalsiyum ş elasyon ajanlar etkisinde kalması tekrar ağırlık olarak yaklaşık %50-75 kalsiyum oksit oluşmasına neden olur. Yukarıda belirtildiğ i gibi, kalsiyum silikatların sertleşmesi suda çözünerek

reaksiyon ürünlerinin çökmesine dayanır. EDTA bu sırada salınan kalsiyumla şelat oluşturur. MTA'nın distille su ile sertleşmesi sodyum hipoklorit, klorheksidin glukonat, EDTA ve Biopure MTAD gibi irrigasyon solüsyonlarının etkisinde kaldığında daha düşük mikrosertlik ve bükülme dayanımı sergilemektedir [63]. Bunlardan, EDTA ve Biopure MTAD asidik (pH 2) yapıda olduğu ve kalsiyumu tükettiği için zararlı etkisi daha fazladır.

Camilleri ve diğerleri (2005) fosfat çözeltisi içinde depolanan MTA yüzeyinde kristaller oluştuğunu ileri sürmüşlerdir [43]. Sarkar ve diğerleri (2005) bu fenomeni açıklayarak MTA'nın biyoaktif özelliği olduğunu bildirmişlerdir [64]. Araştırmacılar MTA'nın globular çökeltilerinin yapısının hidroksiapatite benzediğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca, MTA ve çevresindeki dentin arasında arayüz tabakası oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Bundan yola çıkarak, MTA'nın biyoaktif özelliğinin kalsiyumun çözünerek fosfat komplekslerinin hidroksiapatit kristalleri oluşturup, MTA ile dentin arasındaki boşluğu doldurmasından ileri geldiğini bildirmişlerdir. Zamanla, bu mekanik tabaka kimyasal olarak bağlanmış dolguya dönüşür. Sonraki araştırmacılar oluşan katmanın hidroksiapatit benzeri olduğunu doğrulamış ve diğerleri ise sadece apatitik yapı olarak karakterize etmişlerdir [65]. Bununla birlikte, yukarıda belirtildiği gibi MTA biyoaktivitesi bir çok dental materyal ile karşılaştırıldığında daha iyi bir tıkama özelliği ve distille su ile karşılaştırıldığında diğer fizyolojik çözeltilerde daha iyi bağlanma olduğunu göstermektedir [66]. Apatit reaksiyon katmanı karbonatlı apatit oluşumunun prekürsörü olarak hareket eden bir amorf kalsiyum fosfat başlangıç çekirdeğinin meydana gelmesiyle oluşur [67-69]. Yüzey üzerinde bir çökeltinin oluşumu çok hızlı bir şekilde başlar ve beş saat sonra meydana gelen zaman aşamalı gelişimi ile yedi gün içinde uniform bir kalınlığa sahip olur [70].

MTA fiziksel özellikleri

pH

Torabinejad ve diğerleri (1995) karıştırma işleminden hemen sonra MTA pH değerinin ~10.2 olduğunu ve 12.5'e kadar yükseldiğini ve 3 saat sonra sabit kaldığını bildirmişlerdir [44]. WMTA ile GMTA pH değerleri karşılaştırırken, beyaz MTA karıştırıldıktan sonra daha uzun süre önemli ölçüde daha yüksek pH değeri gösterdiği bildirilmiştir [45,46]. GMTA ve WMTA pH değeri 60 dakika süresince, sıradan ve beyaz Portland çimentosu ile

karşılaştırılmıştır. Hepsinin pH değeri ilk karıştırmadan 20 dakika içinde yükselir, ama beyaz Portland ve sıradan Portland çimentosu GMTA ve WMTA'dan daha erken pik pH değerlerine ulaştığı bildirilmiştir.

MTA pH değeri Santos (2005) ve Massi (2011) haricinde birçok çalışmada 10 ile 13 arasında bildirilmiştir [71, 72]. Genel olarak, pH karıştırdıktan sonra yükselir ve endodontide kullanılan kalsiyum hidroksit alkalenliğini taklit ederek elverişli biyolojik yanıt için ortam oluşturur.

Çözünürlük

MTA çözünürlük derecesi modifiye American Dental Association şartnamesine (ANSI / ADA 1991) göre değerlendirilmektedir. Çalışmaların çoğunluğu MTA için düşük veya hiç çözünürlüğün olmadığını bildirirken Fridland ve Rosado (2005) uzun süreli bir çalışmada 78 günlük takip süresinde zamanla azalan bir oranda kısmi çözünürlük bildirilmişlerdir [44,73-76]. Su-toz oranı çözünürlük miktarını etkileyen esas faktördür, daha yüksek su-toz oranları MTA çözünürlük ve porözitesini artırmaktadır [77].

MTA'dan kalsiyum iyonlarının salımı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir [64,65,78,79]. Apikal bariyer oluşumu, kalsiyum hidroksit kullanarak son derece başarılı olmasına karşın, apikal dokuları ile temas halinde reabsorbe olması bariyer oluşumunu doğrulamak için uzun süreli klinik takip gerektirmektedir. MTA ile apikal bariyer oluşum öngörülebilir ve izlenmesi gerekmemektedir. MTA'nın uygun tıkama ve biyoyumlu bariyer özellikleri bulunmaktadır [80]. WMTA'ya CaCl_2 eklenmesi ile ilk 24 saat boyunca kalsiyum salımında önemli bir artış oluşmaktadır [78]. Hücre kültürü ortamında yüksek oranda kalsiyum bulunması hücre proliferasyonunu artırmaktadır [81] ve bu da, MTA'dan salınan serbest kalsiyum iyonlarının hidroksilapatit oluşturmak için doku sıvısındaki fosfor ile etkileşime girmesini sağlamak ve dolayısıyla MTA'nın klinik uygulamalardaki başarısının fizikokimyasal temelini açıklamaktadır [64].

Fridland ve Rosado (2005) beyaz MTA için 0.33 su-toz oranında çözünürlüğün 9 günde %0.37'den %0.02'e kadar azaldığını ve 80 günde kümülatif çözünürlüğü %24.02 bulmuşlardır. Çözünürlük 0.28 su-toz oran karışımında daha az bulunmuştur [76].

Poggio ve diğerkleri (2007) dört retrograd dolgu materyalinin çözünlürlüğünü ağırlık kaybı olarak bir gün ve iki ay sonra ölçmüş ve anlamlı bir fark bulamamışlar. ProRoot WMTA iki ay sonra 0.91% çözünlürlük göstermiştir [74].

Beyaz Portland çimentosu ve WMTA'ya CaCl_2 eklenerek çözünlürlük değerkendirilmiştir. Her iki materyalin sertleşme süresi büyük ölçüde azalmış ve pH artmış, beyaz Portland çimentosunun çözünlürlüğü azalmıştır [82].

Donma genişlenmesi

MTA tıkama özeliğinin nedenlerinden biri sertleşme sonrasında biraz genişlemesidir. GMTA ve WMTA yaklaşık % 75 Portland çimentosundan oluşmaktadır. Beyaz MTA'nın gri MTA'dan farkı daha az tetrakalsiyum alüminoferrit içermesidir. Bu fark sertleşme genişlemesini etkileyebilir. Araştırmacılar MTA'nın çeşitli versiyonlarının sertleşme genişlemesini ölçmüş ve GMTA'nın WMTA veya Portland çimentosundan daha fazla genişlediğini ve su-toz oranının genişleme üzerinde çok az etkisi olduğunu bildirmişlerdir [83,84].

Radyopasite

MTA'nın radyoopasitesi ISO 6876 bölüm 7.7 tanımlanan yöntemle belirlenmektedir. Bir alüminyum step wedge kalınlığı nispi radyoopasite hesaplamak için ilgili dansitometre değerklerinin logaritmasına karşı taslak haline getirilir, alüminyum eşdeğeri olarak ifade edilir. Radiopasite için Bi_2O_3 eklenmesi nedeniyle WMTA ve GMTA modifiye edilmiş ve edilmemiş Portland çimentosundan altı kat fazla radyopak bulunmuştur [46]. Duarte ve diğerkleri (2009) Portland çimentosuna çeşitli ağır metaller ve oksitleri %20 oranda ekleyerek göreceli radyopasiteyi değerkendirmiştir. Bizmut oksit hepsinden radyoopak olmasının yanı sıra saf Portland çimentosundan radyodansitesi 6 kat fazla bulunmuştur [85].

Beyaz MTA Angelus (Angelus, Brezilya) 4:1, 3:1 ve 2:1 toz-su oranında alüminyum step wedge ile karşılaştırılarak radyografik yoğunlukları ölçülmüştür. pH, sertleşme süresi, ortalama çözünlürlük ve kalsiyum iyon salımı (atomik absorpsiyon spektrofotometre ile ölçülmüştür) 3, 24, 72 ve 168 saatlerde değerkendirilmiştir. 30 akrilik dişin kök ucu

dolgu su 168 saat boyunca ultra saf suya batırılmadan önce ve sonra mikro-BT ile iki kez taranmıştır [86]. Toz-sıvı oranı 4:1 olan karışımda yüksek radyoopasite görülmüştür. Karışımda fazla suyun bulunması sertleşme süresini uzatır ve pH ve kalsiyum iyon salınımını artırır ($p < 0.05$). Daha seyreltik grup (2: 1) diğer gruplara göre önemli ölçüde (% 6.46) daha fazla çözünürlük göstermiştir. Toz/su oranı beyaz MTA Angelus'un fiziksel ve kimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir.

MTA'nın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin geliştirilmesi

MTA'nın granüllü ve düşük koheziv özelliği ve çabuk donması lateral perforasyonlar, internal rezorbsiyonlar ve kök ucu gelişiminin sağlanmasının amaçlandığı bölgelerde ortograd ve retrograde yoldan kullanımını güçleştirmektedir. Camilleri (2009) MTA'yı suda eriyebilen polimerle karıştırarak EN ISO 6876 ye uygun film kalınlığı ve akışkanlık özelliklerini elde etmeye çalışmıştır [87]. Standartta belirtilen özelliklere ulaşmak için yüksek oranda polimer katılması gereksinimini ve bir miktar polimer ilavesinin materyalin hidrasyon özelliklerini değiştirmediğini bildirmiştir.

Propilen glikol (PG) topik preparasyonlarda ve dermatolojide yaygın olarak kullanılmaktadır. Sistemik ilaçlarda da kullanılan bir kimyasaldır. Diş hekimliğinde de kalsiyum hidroksit için taşıyıcı olarak kullanılmaktadır. MTA'nın manuplasyonunu kolaylaştırmak için Holland ve diğerleri (2007) materyali su ve propilen glikol ile karıştırarak in vivo biyouygunluğunu araştırmışlardır. Bu uygulamada manuplasyon kolaylığı dikkati çekmiştir [88].

Duarte ve diğerleri (2012) MTA'nın propilen glikolle farklı oranlarda karıştırılmasının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkisini araştırarak en yüksek akıcılığın % 20 su ve % 80 propilen glikol karışımıyla elde edilebildiğini bildirmişlerdir [89]. Propilen glikol varlığı pH ve Ca açığa çıkışını etkilememiştir. PG artışı donma süresini artırmış, % 100 mevcudiyeti materyalin donma reaksiyonunu durdurmuştur.

MTA'nın kök perforasyonlarında kullanımı

Başlangıçta bir retrograd kök dolgu malzemesi olarak düşünülen MTA, biyouyumlu bir materyal olma nedeniyle perforasyon onarımı için sık olarak kullanılan bir materyal

olmuştur. Bununla beraber MTA ağız ortamı ile ilişki kurmayan perforasyonlarda kullanılmalıdır.

Deney hayvanlarında yürütülen çalışmalarda;

Pitt Ford ve diğerleri (1995) köpek küçük azı dişlerinde furkal perforasyonlar oluşturarak derhal veya 1 haftalık kontaminasyon sonrası MTA ve amalgam kullanarak tamirler yapmışlardır. Histolojik bulgulara MTA örneklerinin çoğunda sement oluşumu görülmüştür. Araştırmacılar derhal ve kontaminasyon olmadan tedavi edilen örneklerde diğerleri ile karşılaştırıldığında anlamlı düzeyde daha yüksek iyileşme oranı gözlemlemişlerdir [5].

Koh ve diğerleri (1997) MTA varlığında osteoblastların sitomorfolojisini ve sitokin oluşumunu çalışmışlardır. MTA'nın kemik hücrelerine biyolojik olarak aktif substrat sağladığı ve interlökin oluşumunu stimüle ettiğini bildirmişlerdir [90].

Lee ve diğerleri (1993) boya sızıntı çalışmasında lateral kök perforasyonlarında endodontik dolum materyali olarak MTA'nın amalgam ve Super EBA'dan çok üstün olduğunu bildirmiştir [91].

Holland ve diğerleri (2001) köpeklerde 48 kök kanalında lateral perforasyonlar oluşturarak MTA ve Sealapex ile tıkama yapmış ve 30 ve 180 günlük sürelerden sonra MTA örneklerinin çoğunda iltihap oluşmadığını ve sement birikimi meydana geldiğini, 180 günlük örneklerde ise Sealapex gerubunda bütün örneklerde kronik iltihap bulunduğunu ve ancak üç örnekte zayıf sement birikimi oluşabildiğini bildirmişlerdir [92].

Holland ve diğerleri (2007) perforasyon alanının kontamine olduğu ve olmadığı durumlarda köpek dişlerinde MTA onarım yapıldığında lateral periodonsiyumdaki reaksiyonları değerlendirmişlerdir. Köpek dişlerinde otuz lateral perforasyon oluşturarak 1. grubu derhal MTA ile doldurmuş, ikinci grup 1 hafta açık bırakıldıktan sonra MTA ile kapatılmış, 3. grup ise 1 hafta açık bırakıldıktan sonra kalsiyum hidroksit ile 14 gün boyunca geçici olarak doldurulduktan sonra MTA ile kapatılmıştır. 90 gün sonra hayvanlar feda edilerek histomorfolojik ve histomikrobiyolojik değerlendirmeler yapılmıştır.

İstatistiksel değerlendirme 1. grubun önemli düzeyde daha iyi bir tamir gösterdiğini, 2. ve 3. grubun ise istatistiksel olarak benzer tamir gösterdiğini bildirmişlerdir [93].

Al-Daafas ve Al-Nazhan (2007) köpek dişlerinde bakteri kontaminasyonu olan furkasyon perforasyonlarını gri MTA ve amalgam ile tamir etmişlerdir. Aynı zamanda MTA altında kalsiyum sulfat bariyer olarak kullanılmışlardır. Çalışmada amalgam ile karşılaştırıldığında MTA örneklerinde anlamlı düzeyde daha az iltihap ve daha fazla kemik oluşumu görülmüştür. Sonuçlar MTA ekstrüzyonunu önlemek için kalsiyum sulfat kullanıldığında perforasyon bölgesinin etrafında hafif veya orta düzeyde iltihap ve skuamoz epitel oluşumu göstermiştir [94].

Vladimirov ve diğerleri (2007) köpeklerde furkal perforasyon tamirinde ProRoot MTA or Titan cement'i karşılaştırmışlardır. Çalışmada MTA daha iyi histolojik sonuçlar göstermiştir. MTA'nın bariyerle kullanıldığında tedavi başarısı üzerinde anlamlı bir etkisi olmamıştır [95].

Sarkar ve diğerleri (2005) MTA'nın perforasyon defektlerinin biyolojik onarımını indüklediğini göstermişlerdir. MTA fosfat iyonları içeren dengeli tuz çözeltisi içinde hidrate olduğunda, MTA yüzeyinde hidroksiapatit kristalleri oluşmaktadır. Hidroksiapatit mineralizasyon için gereklidir. Biyolojik onarım MTA yüzeyini kaplayacak şekilde sement veya kemik oluşumu anlamına gelmektedir [64].

Yıldırım ve diğerleri (2005) köpeklerde yaptığı bir deneyde MTA ve Super EBA ile tamir edilmiş furkasyon perforasyonlarında iyileşmeyi karşılaştırmışlardır. Bütün MTA örneklerinde 6 aylık sürede semet oluşumu görülmüştür. Super EBA örneklerinde ise aynı zaman sürecinde sement oluşmamış ve hafif iltihabi bulguların süregeldiği bildirilmiştir [96].

Broon ve diğerleri (2006) köpeklerin interradiküler bölgesinde mezial kökün servikal üçlüsünde 14 dişte kök perforasyonu oluşturarak ProRoot MTA, MTA Angelus ve beyaz Portland simanı ile onarımlar yapmışlardır. 90 günlük değerlendirme iyi sonuçlar göstermiş, mineralize dokuyla tam kapanma ve iltihapsiz bir iyileşme belirlemişlerdir [97].

Katsamakı ve diğerkleri (2013) endodontik-periodontal ilişkilerde MTA ile restorasyonun periodontal dokulardaki rejenerasyon üzerine etkisini sistematik bir araştırma ile incelemişlerdir. Histolojik çalışmalar minimal düzeyde inflamatuvar reaksiyon, kemik iyileşmesi, periodontal ligament varlığı ve düzenli sement oluşumu göstermiştir. Çalışmalar bakteriyel kontaminasyonun, kök kanal dezenfeksiyonun ve iltihabın, zaman kaybının MTA'nın sementokondüktif özelliklerini etkilediğini göstermiştir. Araştırmacılar MTA'nın klinik performansı ile ilgili olarak kontrollü prospektif insan kohort çalışmalarına duyulan gereksinime işaret etmişlerdir [98].

İnsanlar üzerinde yapılan takipli klinik çalışmalarda;

Main ve diğerkleri (2004) MTA ile tedavi edilen 16 kök perforasyonu olgusunun uzun dönem iyileşmesini takip etmişlerdir. Preoperatif ve postoperatif radyograflarla çift körlü olarak 3 araştırıcı patoloji varlığını değerlendirmişlerdir. Ayrıca periodontal sondlarla klinik muayene yapmışlardır. Olguların 5 tanesi lateral, 5 tanesi strip, 3 tanesi furkal, 3 tanesi de apikal perforasyonluydu. Hiçbir vakada preoperatif cep derinliği 3 mm.den fazla değildi. 16 olgudan 7 sinde preoperatif radyolusensi vardı. Postoperatif değerlendirme 12-45 aylık süreleri içeriyordu. İnceleme süresi sonunda tüm olgular iyileşme göstermiş ve yeni bir patoloji meydana gelmemiştir [99].

Yıldırım ve Dalcı (2006) kök perforasyon olgusunu cerrahi olarak ve MTA kullanarak tedavi ederek 15 aylık takipte tatmin edici sonuç aldıklarını bildirmişlerdir [100].

Mente ve diğerkleri 2000-2006 yılları arasında 26 hastanın aynı sayıdaki dişinde kök perforasyonlarını MTA kullanarak onarmışlardır. Tedaviler stajyerler (%29), pratisyen hekimler (%52) ve endodonti üzerinde yoğunlaşmış diş hekimleri (%19) tarafından yapılarak ve tedavi sonuçları uzmanlar tarafından değerlendirilerek klinik ve radyolojik olarak 12-65 aylık periyotlarda incelemişlerdir. % 86 diş tam iyileşmiş ve yaş, cinsiyet, diş tipi, lokalizasyonu, tedavi zamanı, ebat, semptomların bulunması, pulpa durumu, apikal periodontitis, primer tedavi veya tekrarlayan tedavi olması gibi prognostik faktörlerle iyileşme arasında bir ilişki belirleyememişlerdir. Çalışmacılar biyouygun bir materyal olarak MTA'nın köklerin bütün bölümlerinde uzun süreli etkili bir tıkama sağlayabildiğini bildirmişlerdir [101].

Siew ve diğerleri (2015) yaptıkları meta analizde tamir edilmiş kök perforasyonu yayınlarını tarayarak tamiri etkileyen preoperatif faktörleri ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Cerrahi olmayan tedavilerde % 72.5 başarı oranı bildirmişlerdir. Perforasyon alanına komşu radyolusentlik mevcudiyetinin başarı oranını azalttığını ve maksiller dişlerdeki başarı oranının mandibular dişlerden daha yüksek olduğunu ileri sürmüşlerdir. Tedavide MTA kullanımının % 80.9 olumlu sonuçlar ile başarı oranını artırdığını bildirmişlerdir [102].

Ree ve Schwartz (2012) MTA kullanılarak tedavi edilen 3 konservatif 1 cerrahi tamir olgusunu 13 yıla kadar uzayan peryotlarda takip etmişler ve düzgün bir şekilde yapıldığında perforasyon tamirinde uzun dönem klinik başarının elde edilebildiğini bildirmişlerdir [103].

Krupp ve diğerleri (2013) retrospektif bir çalışma yaparak operasyon mikroskobu ve MTA kullanılarak tedavi edilmiş 90 olgunun 1-10 yıllık değerlendirmelerinde (ortalama 3.4 yıl) % 73.3 olgunun iyileştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar iyileşme üzerinde en önemli etken olan faktörlerin preoperatif lezyon bulunması ve oral kaviteyle direkt ilişkinin bulunması olduğunu bildirmişlerdir [104].

Pontius ve diğerleri (2013) 6 endodontist tarafından yapılan 70 perforasyonun cerrahi olmayan ve kombine cerrahi/cerrahi olmayan tedavisinin sonuçlarını retrospektif olarak araştırmışlardır. Tedaviler operasyon mikroskobu altında yapılmıştır. Değerlendirmeler 116 aya kadar ortalama 37 aylık peryotlarda yapılmış ve başarı oranı % 90 oranında bulunmuştur. Çalışmada önemli prognostik faktörler perforasyon lokalizasyonu, cinsiyet, perforasyon öncesi dişin retorasyon durumu olarak görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen başarı oranı diğer yayınlardan yüksektir [105].

MTA'nın perforasyonlarda kullanılma şekilleri

Kazayla oluşan perforasyonların intrakanal tamirinde öncelikle anestezi, rubber-dam uygulaması, perforasyon alanının belirlenmesi, alanın sodyum hipokloritle doldurulması işlemleri uygulanır. Perforasyon endodontik tedavinin tamamlanmasından önce meydana gelirse, çoğunlukla defektin tamirinin endodontik prosedüre devam etmeden tamamlanması gerekir. Kanal açıklığı perforasyon onarım işlemi sırasında korunmalıdır.

Perforasyon bölgesinden kanama kontrol edilmeli ve eğer endike ise, çevredeki dentin dezenfekte edilmelidir. Pamuk pelet sodyum hipoklorite batırılarak hemostaz ve dezenfeksiyon sağlamak için perforasyon çevresindeki enfekte dentine iki dakika boyunca uygulanabilir. Yeterli hemostaz sağlanamadığında ve defekt büyük olduğunda internal matriks uygulanmalıdır. Kollajen veya diğer biyomateryal perforasyon bölgesinden kemik defektine yerleştirilir. Kollajen yumuşak matris rolü oynayarak taşkın dolgunun önüne geçer ve MTA'nın sertleşmesi için yeterli nem sağlar. Uzun süreli veya enfekte perforasyonlarda sodyum hipoklorit alanda daha uzun süreli olarak bırakılır.

Elle yapılan kondensasyon

Perforasyon tamiri için fazla miktarda MTA gerektiğinde amalgam tabancası kullanılabılır. Küçük perforasyonlarda ise özel tasarlanmış mikrot taşıyıcılar (MTA taşıyıcı, Messing tabancası, Dovgan Carrier, MAP sistem vb.) kullanılabilir [106]. Yerleştirildikten sonra MTA steril pamuk peletle kurutulur. Karışımı perforasyon bölgesine kondanse etmek için endodontik tepici de kullanılabilir. Bu amaçla perforasyonun konumuna bağlı olarak plastik esnek tepici (verifier), kağıt koni veya ucu kesilerek küntleştirilmiş guta perka da kullanılabilir. 3-5 mm kalınlığında bir tıkaç yeterlidir. Materyalin fazlası endodontik ekskavatörle çıkarılmalıdır. İşlem bittikten sonra steril suya batırılmış pamuk pelet MTA'nın üzerinden pulpa odasına yerleştirilir, kavite geçici dolgu materyali ile kapatılır. MTA'nın sertleşmesi için 1 hafta beklenir. Kavite tekrardan açılarak MTA'nın sertliği kontrol edilir. Endodontik tedavi bitirilmediyse, işlemler tamamlanabilir. Kanal açıklığı perforasyon tamiri sırasında kaybedilmişse ana kanal sistemindeki tedavi yetersiz kalır. Bu yüzden MTA kullanılırken ana kanalın açık kalmasına dikkat edilmelidir.

MTA'nın ultrasonik kondensasyonu

Ultrason (ultrases) insan kulağının duyma eşiğinin üzerinde 20 kHz'in üzerindeki frekansta ses enerjisidir. Ultrasonik ünitlerdeki frekans 25-40 kHz arasındadır. Piezoelektrik ünitlerdeki uç linear doğrultuda, piston benzeri hareketlerle ileri geri işlev görür [107].

Witherspoon ve Ham (2001) MTA'nın kondensasyonunda ultrason kullanımını önermişlerdir [6]. Özellikle açık apeksli dişlerde apeksifikasyon tedavilerinde MTA'nın yerleştirilmesinde dolgu içinde ve marjinlerde boşluklar kalabilmektedir. Bu gibi olgularda

ultrason kullanımıyla daha iyi sonuçlar elde edilebildiği ileri sürülmüştür [7]. Ultrasonik vibrasyon ve endodontik tepici akışkanlığı, etkili bir yerleşmeyi ve MTA'nın kompaksiyonunu sağlamaktadır. Daha ileri olarak ultrasonik olarak kondense edilen MTA radyografik olarak daha az boşluklarla daha yoğun olarak görüldüğü ileri sürülmektedir.

Kim ve diğerleri (2009) ortograd yoldan yerleştirilen MTA apikal tıkaçta sızdırmazlığın ultrasonik olarak kompakte edilen örneklerde elle sıkıştırılan örneklerle göre çok daha az olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ultrasonik titreşim düşük güçlerde verilmiştir [108].

Parashos ve diğerleri (2014) MTA'ya 2 saniyeden 18 saniyeye kadar farklı peryotlarda indirekt yöntemle ultrason uygulanmasının bazı fiziksel özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır [109]. Ultrasonun uygulama süresi arttıkça mikrosertlik değerleri düşmüş, boya penetrasyonu artmıştır. İki saniye ultrason uygulanan örneklerde mikrosertlik el kompaksiyonuna göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar MTA'nın 2-8 saniyelik peryotlarda uygulanmasının 10-18 saniyelerdeki uygulamalara göre çok daha az boşluklar bıraktığını bildirmişlerdir. Çalışmada sonuç olarak ultrasonik uygulamanın MTA'nın kompaksiyon ve akışkanlığını artırdığını fakat uzun süreli uygulamanın MTA'nın özelliklerini olumsuz olarak etkilediğini bildirmişlerdir.

Yeung ve diğerleri (2006) akrilik rezin bloklarda elle veya el kondensasyonuna ilave olarak ultrasonik olarak aktive edilerek doldurulan MTA'nın doldurma yoğunluklarını karşılaştırarak kombine olarak yapılan dolumların daha ağır ve yoğun olduklarını bildirmişlerdir [110].

Friedl ve diğerleri (2016) çekilmiş dişlerde retrokaviteleri önce manuel sonra boşaltarak ultrasonik olarak MTA ile doldurmuşlar, indirekt ultrasonik teknikle doldurulan grupta önemli düzeyde daha yüksek MTA tartımları elde etmişlerdir [111].

Bununla beraber Aminoshariae ve diğerleri (2003) tam aksini savunarak el kondensasyonu ve ultrasonla doldurdıkları plastik tüpleri mikroskopik ve radyografik olarak inceleyerek el kondensasyonunun daha üstün olduğunu bildirmişlerdir [8].

Klinik uygulama MTA'nın yerleştirilmesini takiben ultrasonik tepicinin ucunun 1-2 mm.lik aşağı yukarı hareketlerle kullanılmasını gerektirmektedir. Direkt ultrasonik titreşim

vibrasyonla dalgalı bir hareket sağlayacak ve simanın kanal duvarlarına adaptasyonunu kolaylaştıracaktır. Kanal kurvatürünün apikalindeki defektlerde Ruddle (2004) MTA'nın kanalın derinliklerine uygulanmasında ucu küntleştirilmiş bir guta perkanın kurvatürü dönerek tepici şeklinde kullanılarak yerleştirilmesini önermiştir [112]. Daha sonra ön kıvrım verilmiş 15 veya 20 no.lu paslanmaz çelik bir kanal aletinin çalışma boyutundan 1-2 mm.lik mesafeye kadar yerleştirilerek aletin ana gövdesi üzerine indirekt ultrason uygulanmasının uygun olacağını bildirmiştir. Bu şekilde kanal duvarlarına ve lateral bölümlere daha kontrollü bir şekilde uyum sağlayacak bir hareket elde edilebileceğini iddia etmiştir. MTA'nın ultrasonik olarak uygulanmasının özellikle pulpa odası tabanındaki perforasyonlarda başarıyla kullanılabileceği ileri sürülmektedir [107].

MTA'nın sonik kompaksiyonu

Sonik sistemler kanalların temizlenmesi ve sonraki dolgusunda lateral ve aksesuar kanalların doldurulmasında yarar sağlamaktadır [113].

Nikhil ve Singh (2013) lentülo, ultrason ve EndoActivator kullanarak sonik sistemle kök kanallarına pat uygulamış ve dentin penetrasyonlarına konfokal mikroskopla bakarak ultrasonik ve sonik tekniklerin daha başarılı olduğunu ve ultrasonik teknikle daha derin penetrasyonlar elde ettiklerini bildirmişlerdir [114].

Sonik sistem MTA'nın doldurulması amacıyla da kullanılmıştır. Bu amaçla; Bernabe ve diğerleri (2013) çekilmiş dişlerde retro kavileri MTA ile sonik, ultrasonik ve elle yapılan kompaksiyonla doldurarak boya sızıntısı testi yapmışlar ve en az sızıntıyı sonik titreşimle doldurulan kavilerde bulmuşlardır [115].

Kontrol değerlendirmesi

Perforasyon tamirinin prognoz değerlendirmeleri 1, 3 ve 6. aylarda yapılmalıdır. Birinci ay sonunda hastanın herhangi bir fonksiyonel şikayeti olmamalıdır. Preoperatif fistül mevcudiyetinde iyileşme sonrası tekrarlama olmamalıdır. Preoperatif cep varlığında 1 ay sürecinde cep derinliğinde azalma olmalıdır. Postoperatif periodontal cep ve fistül başarısızlık belirtisidir. Benzer kriterler 3 ve altıncı aylarda da kontrol edilir. Bu süreçte erken kemik iyileşmesi radyolojik olarak görülmelidir.

2.4.5. Subjektif faktörler

Hekimin teknik yetkinliği

Hekim, araştırma bulgularını bulma, verimli bir şekilde eleme, yorumlama ve uygulama becerilerini taşımalı, böylece bilgi birikimiyle tedaviyi ve yararlılığını geliştirebilmelidir. Gereksiz veya verimsiz tedavinin önüne geçebilmelidir. Hasta, olası kontraendikasyonlar, yan etkiler, müdahalenin yararları yanı sıra en iyi kanıtın yetersiz olması durumunda bilgilendirilmelidir. Hekim kritik düşünme ile alternatif çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirebilmeli, en olası sonuçlarını ve probleme en uygun yaklaşımı doğru bir şekilde ele alabilmelidir. Kanıta dayalı çalışmaları değerlendirerek bilimsel temellerde en uygun tedavi yaklaşımını belirleyebilmelidir. Hasta ile sorunu paylaşarak kendi deneyimleri, en uygun kaynak ve hasta talepleri doğrultusunda en uygun klinik yaklaşımı seçebilmeli ve konu ile ilgili materyal (perforasyon tamir materyalleri, biyomateriyaller) ve teçhizatı (mercekler, mikroskop, ultrasonik aletler, uygun ilaç taşıyıcı sistemler, rijid ve esnek tepiciler) kliniğinde bulundurmmalıdır. Bu ekipmanı kullanma yetisine sahip olmalıdır. Gereğinde uzman yardımını isteme alışkanlığını da kazanmalıdır.

Hastanın ağız hijyeni

Yetersiz oral hijyen, zayıf periodontal sağlık durumu ve dişin restorasyon zorlukları perforasyon onarımını tehlikeye sokar. Krestal kemik seviyesine üzerinde veya yakın konumda olan perforasyonlarda kemik kaybı, cep oluşumu bakteri plağı ile mücadelede yetersizlik perforasyon bölgesi ile ağız ortama arasında direkt ilişkiye neden olabilir ve oluşabilecek mikrosızıntı dişin geleceğini tehlikeye atabilir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma endodontik tedavi esnasında diş köklerinde oluşan lateral oblik perforasyonlarda MTA Angelus (Angelus, Londrina, Brezilya) preparatının iki ayrı likitle karışımının el, sonik ve ultrasonik kompaksiyon yöntemleriyle doldurulma etkinliğinin araştırılması amacıyla rezin bloklar ve çekilmiş dişler üzerinde radyografik yöntemle patın penetrasyon uzunluğu, boş/dolu alan oranı ve radyoopasite ölçümü ile yapıldı.

Rezin bloklar ve çekilmiş dişlerde perforasyon kanallarının doldurulması amacıyla MTA Angelus tozu iki farklı solüsyonla toz/likit oranı sabit olacak şekilde (1gr toz/0.4 ml likit) karıştırılarak uygulandı. Seçilen karışımlar

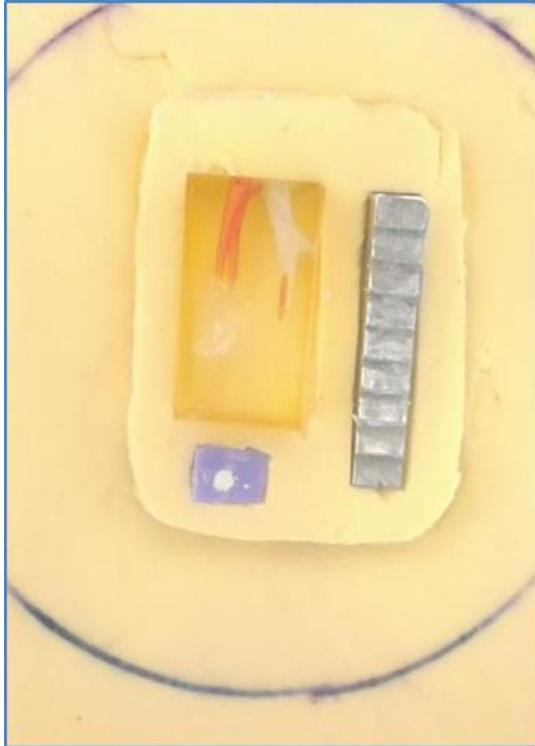
1. MTA + su
2. MTA + % 80 propilen glikol + % 20 su olarak belirlendi.

3.1. Rezin Bloklarda Çalışma

Rezin bloklarda (Frasaco, Tettang, Almanya) öncelikle seçilen ana kanala oblik olarak 45° açıda ¼ no`lu HPL karbid round frez (Kerr, Orange, CA, ABD) kullanılarak 0.5 mm çapında perforasyon kanalı oluşturuldu (Resim 3.1). Rezin bloklarda yapılan ön çalışmada farklı solüsyonlarla karıştırılan MTA'nın sonik ve ultrasonik uygulamalarla yapay kanalın doldurulmasında en uygun frekans ve sürenin belirlenmesi amaçlandı. Bu amaçla iki farklı MTA karışımına kök kanalında iki farklı sürede (4 ve 8 saniye) ve iki ayrı frekansda (28 kHz ve 32 kHz;) ultrasonik titreşim (Varios 750 NSK, Japonya; E6 uç) ve yine iki farklı karışıma 4 ve 8 saniyelik sürelerde iki ayrı frekansda (0.17 kHz ve 0.04kHz) sonik titreşim (EndoActivator System, Dentsply Tulsa Dental, ABD; 35/.04 uç) uygulanarak toplam 16 ayrı grup oluşturuldu (Çizelge 3.1). Her bir grupta 10 örnek olacak şekilde toplamda 160 örnekte uygulama yapıldı. Pat kanala özel bir tepici ile (Machtou root canal plugger, VDW, Münih, Almanya) ile yerleştirilerek tepici uçlar ana kanalda 1-2 mm.lik ileri geri hareketlerle uygulandı.



Resim 3.1. Lateral perforasyon kanalı oluşturulmuş rezin blok (Frasaco, Tettnang, Almanya).



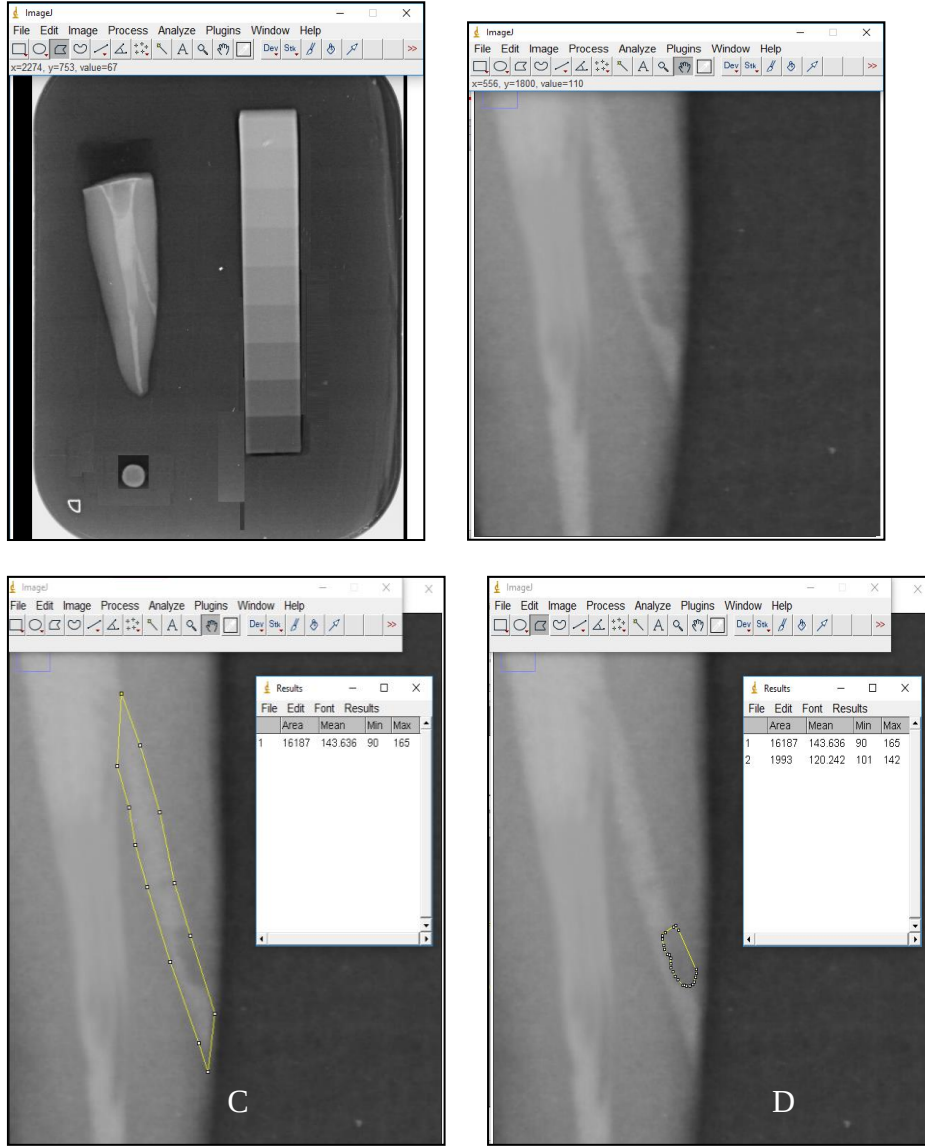
Resim 3.2. Alüminyum step wedge ve MTA diski yerleştirilmiş düzenek

Çizelge 3.1. Rezin bloklardaki uygulamalarda oluşturulan deney grupları.

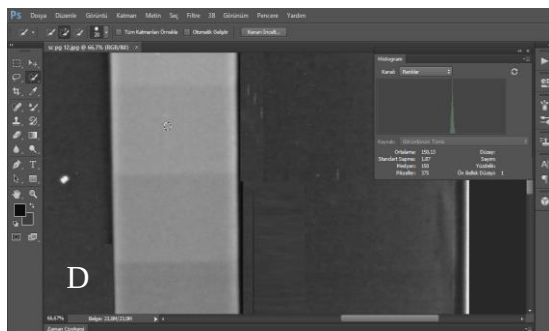
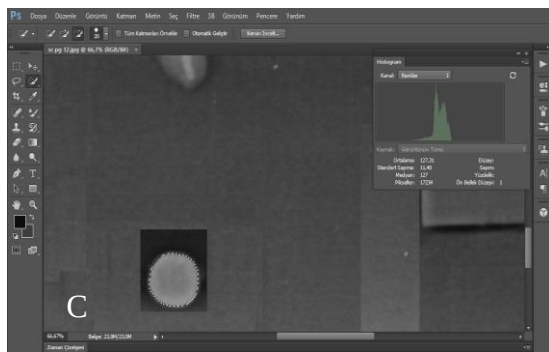
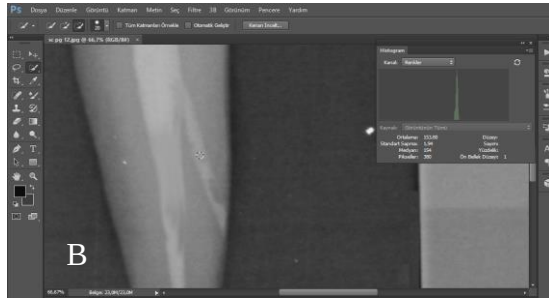
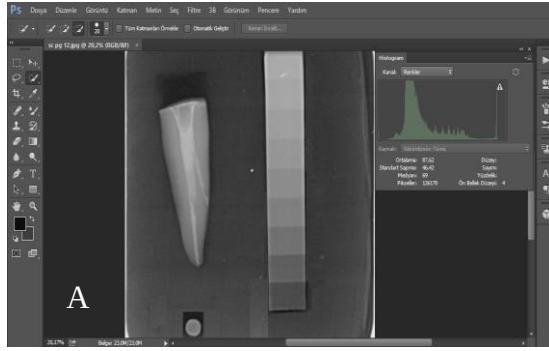
Yöntem Uygulanan süre	32 kHz ultrasonik titreşimle kompaksiyon = USC MAX	28 kHz ultrasonik titreşimle kompaksiyon = USC MİN	0.17 kHz sonik titreşimle kompaksiyon = SC MAX	0.4 kHz sonik titreşimle kompaksiyon = SC MİN
MTA + su 4san uygulama = DW4	Grup 1 - <u>USC MAX DW4</u>	Grup 5 - <u>USC MİN DW4</u>	Grup 9 - <u>SC MAX DW4</u>	Grup 13 - <u>SC MİN DW4</u>
MTA + su 8san uygulama = DW8	Grup 2 - <u>USC MAX DW8</u>	Grup 6 - <u>USC MİN DW8</u>	Grup 10 - <u>SC MAX DW8</u>	Grup 14 - <u>SC MİN DW8</u>
MTA + propilen glikol 4san uygulama = PG4	Grup 3 - <u>USC MAX PG4</u>	Grup 7 - <u>USC MİN PG4</u>	Grup 11 - <u>SC MAX PG4</u>	Grup 15 - <u>SC MİN PG4</u>
MTA + propilen glikol 8san uygulama = PG8	Grup 4 - <u>USC MAX PG8</u>	Grup 8 - <u>USC MİN PG8</u>	Grup 12 - <u>SC MAX PG8</u>	Grup 16 - <u>SC MİN PG8</u>

Deney için hazırlanan özel düzenek (9 basamaklı alüminyum step wedge ve perforasyon kanalı çapına eşit kalınlıkta olmak üzere 0.5x2 mm ebatlarında MTA diski sabitlenmiş silikon ölçü materyalinden hazırlanmış dikdörtgen şekilli düzenek) (Resim 3.2) kullanılarak fosfor plak (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Almanya) ile standart radyografiler (Trophy CCX 70 kvp, Fransa) alınarak VistaScan Mini Easy (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Almanya) cihazında 40 LP/mm (2000dpi)'de tarandı. Alınan görüntüler başka bir bilgisayara aktararak Image J (National Institutes of Health, Maryland, USA) programında penetrasyon uzunluk ölçümleri, yine Image J programı kullanılarak boş/dolu alan oranı (lateral kanalın bütün alanının iki boyutlu sınır çizimleri sonrası boş kalan alan ve dolgu kitlesi içindeki boşluk alan toplamalarına bütün alana bölümü ile elde edilen değer) (Resim 3.3) ve Adobe Photoshop CC 2015 yazılımı kullanılarak radyografik yoğunluk analizleri yapıldı. Radyografik yoğunluk analizinde lateral kanal içindeki MTA dolgusunun rastgele seçilen iki ayrı bölümünden histogramla elde edilen değerlerin ortalaması alüminyum step wedge üzerindeki hangi basamakla eşleşiyorsa basamak numarası (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9; inceden kalına; radyolüsentten radyoopaga) her bir örnek için ayrı ayrı kaydedildi (Resim 3.4). Gruplar arası karşılaştırma istatistiksel olarak IBM SPSS (version 23.0) programında değerlendirildi. Penetrasyon derinliği, boş/dolu alan oranı ve radyoopasite ölçüm sonuçlarına göre ayrı ayrı her bir frekansa kullanılan materyal ve uygulama süresine göre gruplar kendi aralarında aynı frekansa göre bağımlı olarak ikili şekilde Wilcoxon Signed Ranks Testi ile değerlendirildi.

Sonra, farklı frekans ve sürelerle göre bütün grupların birbirleri arasında bağımsız ikili karşılaştırılması Mann – Whitney testi ile yapıldı.



Resim 3.3. Image J programında boş/dolu alan değerlendirilmesi. A. Dbütün düzenek görüntüsü. B. Perforasyon kanalının 4 defa büyütülmüş görüntüsü. C. Perforasyon kanalı total alan sınırlarının belirlenmesi ve alan ölçümünün pixel değeri. D. Perforasyon kanal dolgusunda boşluk alanının belirlenmesi ve pixel değeri.

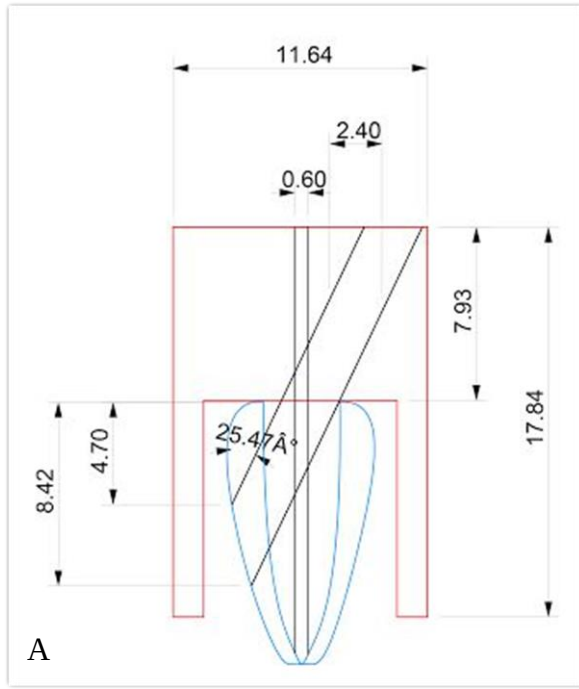


Resim 3.4. Photoshop CC programında radyoopasite değerlendirilmesi. A. Bütün düzenek görüntüsü. B. Perforasyon kanalında ölçüm yapılan noktanın belirlenmesi ve histogram analizinde çıkan değer (sağ üst köşe). C. MTA diskinin histogram analizi. D. Alüminyum step wedge'de perforasyon kanalındaki radyoopasite ölçümüyle eşleşen basamağın belirlenmesi.

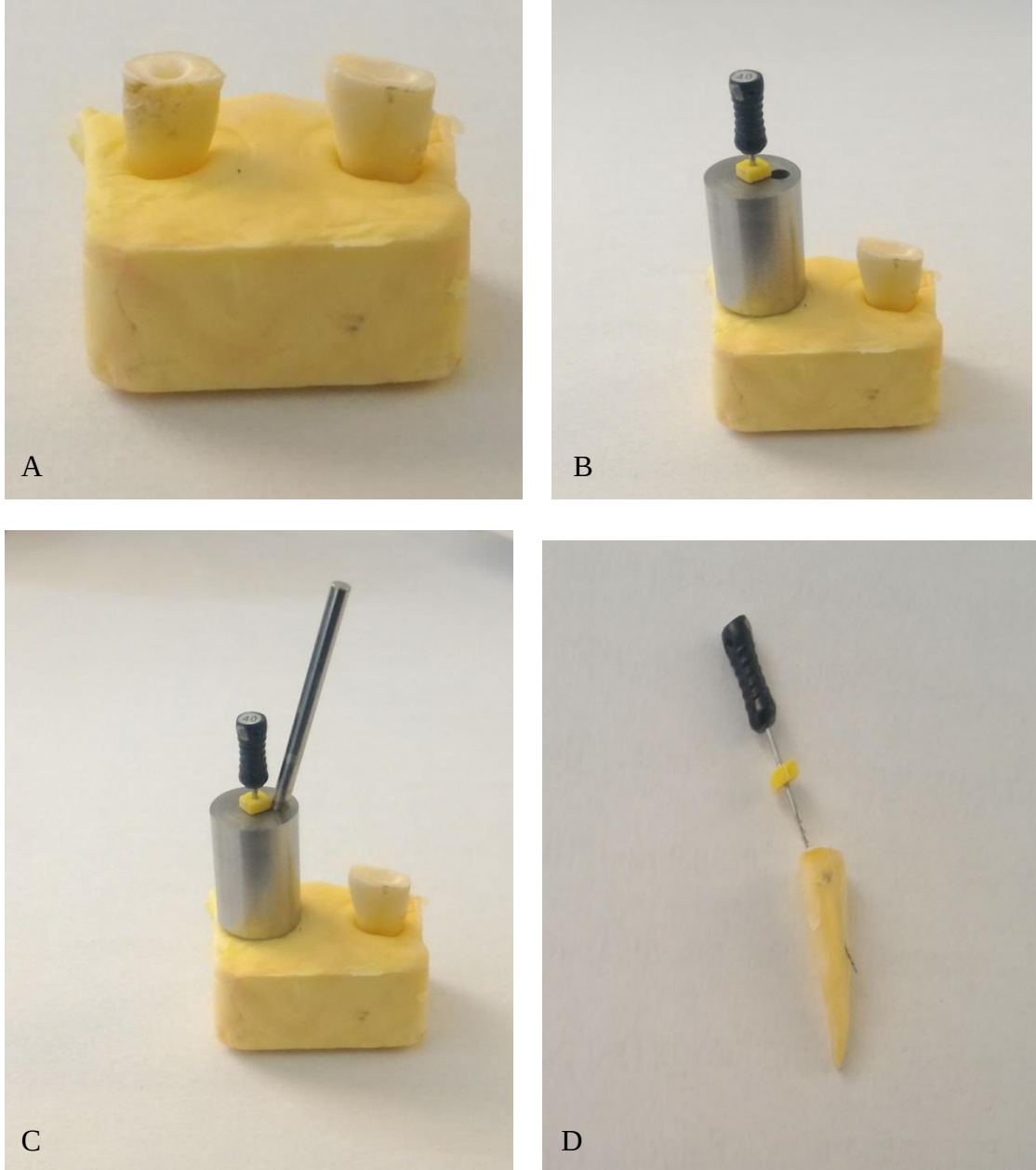
3.2. Çekilmiş Dişlerde Çalışma

Altmış adet çekilmiş tek köklü, tek kanallı, kurvatürsüz, kök çürüğü olmayan diş sodyum hipoklorit damlatılmış musluk suyunda saklandı. Bütün dişler mine sement sınırından dekorone edilerek 13-14 mm boyunda örnekler elde edildi. Bütün örneklerle 15 nolu K tipi eğe ile kanal boyu tespiti yapılarak ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) rotary enstürmanları SX,S1,S2,F1,F2,F3 ile biyomekanik preparasyon yapılarak her eğe sonrasında % 5.25'lik NaOCl solüsyonundan 2 ml irrigasyon uygulandı. Final irrigasyon 5 ml %17'lik EDTA solusyonu ve ardından 5ml distile su ile yapılarak preparasyon tamamlandı. Kök kanalları kağıt konilerle kurutularak seksiyonel yöntemle apikal 1/3 kısmı tek kon yöntemi ile ProTaper gütperka ve AH 26 patı (Dentsply, DeTrey, Konstanz, Germany) kullanarak dolduruldu. Daha sonra bu araştırma için özel olarak Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümünde çekilmiş diş köklerinde lateralde benzer açıda ve ebatlarda oblik perforasyon kanalları oluşturacak paslanmaz çelikten özel bir düzenek imal edildi (Resim 3.5). Geliştirilen perforatör sistem kullanılarak bütün dişlerde ana kanala göre benzer açıda ve genişlikte lateral oblik perforasyonlar oluşturuldu (Resim 3.6).

Rezin bloklarda yapılan çalışmalarda ultrasonik ve sonik titreşim için belirlenen en uygun frekans (28 kHz ve 0.4 kHz) ve sonik ve ultrasonik kompaksiyon için en etkili süre (8 saniye) çekilmiş dişlerdeki uygulamalarda esas olarak alındı. Buna göre her iki pat grubuna ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu uygulanarak toplam altı grup oluşturuldu (Çizelge 3.2). Her grupta 10 diş olmak üzere toplam altmış dişe uygulama yapıldı.



Resim 3.5. Çekilmiş dişlerde perforasyon oluşturmak için imal edilmiş düzenek. A. Teknik çizim. B. Paslanmaz çelik gövdenin üstten görünüşü: büyük yuva ana kanala 25° açılı perforasyon oluşturma kanalı, küçük yuva ana kanala sabitleme kanalı. C. Paslanmaz çelik gövdenin alttan görünüşü.



Resim 3.6. Geliştirilen perforatör sistem kullanılarak bütün dişlerde ana kanala göre benzer açıda ve genişlikte lateral oblik perforasyonların oluşturulması. A. Silikon ölçü materyaline sabitlenmiş dişler. B. Perforatör düzeneyin kanal aleti ile dişin ana kanalına sabitlenmesi. C. Uç çapı 0.5 mm olan frezin konumlandırılması. D. Lateral, oblik perforasyon kanalı oluşturulmuş diş.

Çizelge 3.2. Çekilmiş dişlerdeki uygulamalarda oluşturulan deney grupları

Yöntem Uygulanan süre	Ultrasonik titreşimle yapılan kompaksiyon = USC	Sonik titreşimle yapılan kompaksiyon = SC	El kompaksiyonu = MC
MTA + su = DW	Grup 1 - <u>USCDW</u>	Grup 3 - <u>SCDW</u>	Grup 5 - <u>MCDW</u>
MTA + propilen glikol = PG	Grup 2 - <u>USCPG</u>	Grup 4 - <u>SCPG</u>	Grup 6 - <u>MCPG</u>

Ultrasonik ve sonik gruplarda ön çalışmada belirlenen frekans ve sürelerde uygulamalar rezin bloklarda yapılan uygulamaya benzer şekilde tatbik edildi. El kompaksiyon yönteminde patlar kanala MTA taşıyıcı ile taşınarak termoplastik kore yönteminde kullanılan verifier (Soft-Core Dental Prod. Kopenhag, Danimarka) aletinden yararlanılarak kompaksiyon yapıldı. Deney için hazırlanan özel düzenekte radyografiler alınarak elde edilen görüntüler üzerinde rezin bloklarda yapılan ölçme ve değerlendirme işlemleri benzer şekilde uygulandı. Elde edilen penetrasyon derinliği, boş/dolu alan oranı ve radyoopasite sonuçlarına göre kullanılan karışımlar aynı yönetime göre kendi aralarında bağımlı olarak ikili şekilde Wilcoxon Signed Ranks Testi ile değerlendirildi. Sonra, farklı yönetime göre bütün grupların birbirleri arasında bağımsız ikili karşılaştırılması Mann – Whitney testi ile, çoklu karşılaştırılması ise Kruskal-Wallis testi ile yapıldı.

4. BULGULAR

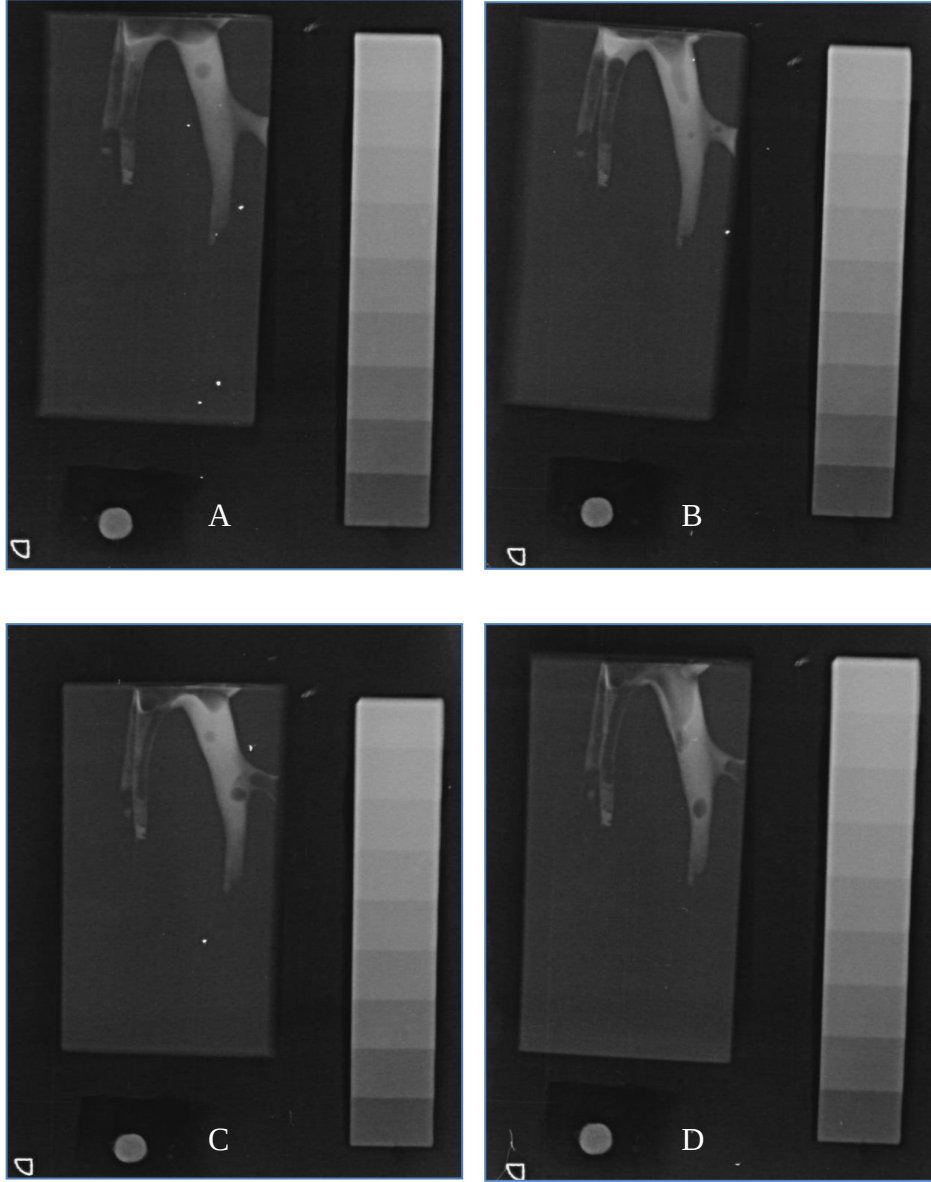
4.1. Rezin Bloklardaki Çalışma Sonuçları

4.1.1. Rezin bloklarda ultrasonik ve sonik titreşim uygulamalarında grupların kanalda boş/dolu alan oranına göre değerlendirilmesi.

Rezin bloklarda su ve propilen glikol + su ile karıştırılan MTA preparatlarının 4 ve 8 saniyelik ultrasonik ve sonik uygulamalarında elde edilen radyografi görüntü örnekleri Resim 4.1`de ve kanalda boş/dolu alan oranına göre elde edilen değerler Çizelge 4.1.`de verildi.

Çizelge 4.1. Bütün gruplar için kanalda boş/dolu alan oranlarına göre elde edilen değerler.

Grup	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
USCMAXDW4	10	,502	,890	,71030	,139680
USCMAXDW8	10	,302	,632	,43630	,102109
USCMAXPG4	10	,419	,788	,60820	,110992
USCMAXPG8	10	,203	,412	,33070	,080043
USCMİNDW4	10	,436	,749	,58990	,123688
USCMİNDW8	10	,212	,475	,35430	,096339
USCMİNPG4	10	,312	,661	,47380	,104745
USCMİNPG8	10	,102	,291	,19060	,080822
SCMAXDW4	10	,366	,661	,48270	,111437
SCMAXDW8	10	,206	,475	,38130	,077599
SCMAXPG4	10	,197	,497	,35450	,096050
SCMAXPG8	10	,000	,153	,08060	,056587
SCMİNDW4	10	,386	,628	,46430	,080525
SCMİNDW8	10	,287	,461	,36780	,052548
SCMİNPG4	10	,214	,386	,32120	,056136
SCMİNPG8	10	,000	,187	,09520	,063744



Resim 4.1. Resin bloklarda MTA + propilen glikol + su karışımına 4 ve 8 saniyelik ultrasonik uygulama sonrası alınan radyografi örnekleri. **A.** Düşük frekansa MTA + propilen glikol + su karışımına 8 saniyelik ultrasonik uygulama sonrası tam penetrasyon ve boşluk saptanamayan bir örnek. **B.** Düşük frekansa MTA + propilen glikol + su karışımına 4 saniyelik ultrasonik uygulama sonrası tam penetrasyon ve radyografik boşluk görülen bir örnek. **C.** Yüksek frekansa MTA + propilen glikol + su karışımına 8 saniyelik ultrasonik uygulama sonrası boşluk ve penetrasyon noksanlığı görülen bir örnek. **D.** Yüksek frekansa MTA + propilen glikol + su karışımına 4 saniyelik ultrasonik uygulama sonrası perforasyon boşluğunda yetersiz penetrasyon ve yoğun boşluklar görülen bir örnek

Wilcoxon Signed Ranks Testi

Farklı pat karışımlarının yüksek düşük frekanlarda ultrasonik ve sonik uygulamasında farklı sürelerde kendi aralarında bağımlı olarak Wilcoxon Signed Ranks Testi ile ikili olarak karşılaştırılmasında elde edilen değerler Çizelge 4.2’de verildi.

Çizelge 4.2. Rezin bloklarda yüksek ve düşük frekanslarda ultrasonik ve sonik titreşimin farklı sürelerde MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımlarına uygulanmasında kanalda boş/dolu alan oranına göre ikili karşılaştırma (Wilcoxon Signed Ranks Test).

		N	Mean Rank	Z	Asymp. Sig.
USCMAXPG4 - USCMAXDW4	Negative Ranks	7	5,71	-1,274	,203
	Positive Ranks	3	5,00		
USCMAXPG8 - USCMAXDW8	Negative Ranks	7	6,43	-1,784	,074
	Positive Ranks	3	3,33		
USCMAXDW8 - USCMAXDW4	Negative Ranks	10	5,50	-2,803	,005
	Positive Ranks	0	,00		
USCMAXPG8 - USCMAXPG4	Negative Ranks	10	5,50	-2,803	,005
	Positive Ranks	0	,00		
USCMİNPG4 - USCMİNDW4	Negative Ranks	8	5,88	-1,988	,047
	Positive Ranks	2	4,00		
USCMİNPG8 - USCMİNDW8	Negative Ranks	9	6,00	-2,701	,007
	Positive Ranks	1	1,00		
USCMİNDW8 - USCMİNDW4	Negative Ranks	9	5,00	-2,666	,008
	Positive Ranks	0	,00		
USCMİNPG8 - USCMİNPG4	Negative Ranks	10	5,50	-2,803	,005
	Positive Ranks	0	,00		
SCMAXPG4 - SCMAXDW4	Negative Ranks	8	5,88	-1,988	,047
	Positive Ranks	2	4,00		
SCMAXPG8 - SCMAXDW8	Negative Ranks	10	5,50	-2,803	,005
	Positive Ranks	0	,00		
SCMAXDW8 - SCMAXDW4	Negative Ranks	6	6,83	-1,377	,169
	Positive Ranks	4	3,50		
SCMAXPG8 - SCMAXPG4	Negative Ranks	10	5,50	-2,803	,005
	Positive Ranks	0	,00		
SCMİNPG4 - SCMİNDW4	Negative Ranks	10	5,50	-2,803	,005
	Positive Ranks	0	,00		
SCMİNPG8 - SCMİNDW8	Negative Ranks	10	5,50	-2,803	,005
	Positive Ranks	0	,00		
SCMİNDW8 - SCMİNDW4	Negative Ranks	7	6,86	-2,090	,037
	Positive Ranks	3	2,33		
SCMİNPG8 - SCMİNPG4	Negative Ranks	10	5,50	-2,803	,005
	Positive Ranks	0	,00		

Yüksek frekansa 8 ve 4 saniyelik ultrasonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha az boş alan kaldığı ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Yüksek frekansa 8 ve 4 saniyelik ultrasonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + propilen glikol + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha az boş alan kaldığı ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Düşük frekansa 8 ve 4 saniyelik ultrasonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha az boş alan kaldığı ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Düşük frekansa 8 ve 4 saniyelik ultrasonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + propilen glikol + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha az boş alan kaldığı ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Yüksek frekansa 8 ve 4 saniyelik sonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha az boş alan kaldığı, bununla beraber süreler arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

Yüksek frekansa 8 ve 4 saniyelik sonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + propilen glikol + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha az boş alan kaldığı ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Düşük frekansa 8 ve 4 saniyelik sonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha az boş alan kaldığı ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Düşük frekansa 8 ve 4 saniyelik sonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + propilen glikol + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha az boş alan kaldığı ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Friedman testi

Farklı frekanslarda yapılan ultrasonik uygulamalar ve sonik uygulamada farklı MTA karışımlarının farklı sürelerde uygulanmasında en başarılı grubun belirlenmesi için Friedman testi ile çoklu karşılaştırılma yapılarak gruplar arasında anlamlı fark olduğu belirlendi ve mean rank değerine göre perforasyon kanalında 8 saniyelik düşük frekansa sonik uygulamada MTA + propilen glikol + su karışımının en az boşluk bıraktığı saptandı.

Mann – Whitney testi

Rezin bloklardaki uygulamalarda farklı frekans ve sürelerle göre bütün grupların birbirleri arasında bağımsız ikili karşılaştırılması Mann – Whitney testi ile yapıldı. Elde edilen bulgular Çizelge 4.3`de verildi.

Çizelge 4.3. Rezin bloklarda farklı frekanslardaki bağımsız grupların karşılaştırılması (Mann – Whitney test).

Grup	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig.
USCMAXDW4	10	13,30	22,000	-2,117	,034
USCMİNDW4	10	7,70			
USCMAXDW4	10	14,60	9,000	-3,099	,002
SCMAXDW4	10	6,40			
USCMAXDW4	10	14,75	7,500	-3,214	,001
SCMİNDW4	10	6,25			
USCMİNDW4	10	13,40	21,000	-2,192	,028
SCMAXDW4	10	7,60			
USCMİNDW4	10	14,00	15,000	-2,646	,008
SCMİNDW4	10	7,00			
SCMAXDW4	10	10,70	48,000	-,151	,880
SCMİNDW4	10	10,30			
USCMAXDW8	10	12,85	26,500	-1,777	,076
USCMİNDW8	10	8,15			
USCMAXDW8	10	12,20	33,000	-1,286	,199
SCMAXDW8	10	8,80			
USCMAXDW8	10	12,85	26,500	-1,778	,075
SCMİNDW8	10	8,15			
USCMİNDW8	10	10,55	49,500	-,038	,970
SCMİNDW8	10	10,45			
USCMİNDW8	10	10,95	45,500	-,340	,734
SCMAXDW8	10	10,05			
SCMAXDW8	10	11,40	41,000	-,682	,495
SCMİNDW8	10	9,60			
USCMAXPG4	10	13,25	22,500	-2,080	,037
USCMİNPG4	10	7,75			
USCMAXPG4	10	15,30	2,000	-3,628	,000
SCMAXPG4	10	5,70			
USCMAXPG4	10	15,50	,000	-3,780	,000
SCMİNPG4	10	5,50			
USCMİNPG4	10	13,50	20,000	-2,269	,023
SCMAXPG4	10	7,50			
USCMİNPG4	10	14,90	6,000	-3,327	,001
SCMİNPG4	10	6,10			
SCMAXPG4	10	11,70	38,000	-,907	,364
SCMİNPG4	10	9,30			
USCMAXPG8	10	14,10	14,000	-2,721	,007
USCMİNPG8	10	6,90			
USCMAXPG8	10	15,50	2,000	-3,780	,000
SCMAXPG8	10	5,50			
USCMAXPG8	10	15,50	,000	-3,781	,000
SCMİNPG8	10	5,50			
USCMİNPG8	10	13,80	17,000	-2,496	,013
SCMAXPG8	10	7,20			
USCMİNPG8	10	13,75	17,500	-2,459	,014
SCMİNPG8	10	7,25			
SCMAXPG8	10	10,85	46,500	-,265	,791
SCMİNPG8	10	10,15			

4 saniyelik sürede MTA + su karışımına yüksek frekans ultrasonik titreşim ve düşük frekans ultrasonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olduğu ve düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

4 saniyelik sürede MTA + su karışımına yüksek frekans sonik titreşim ve düşük frekans sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

8 saniyelik sürede MTA + su karışımına yüksek frekans ultrasonik titreşim ve düşük frekans ultrasonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

8 saniyelik sürede MTA + su karışımına yüksek frekans sonik titreşim ve düşük frekans sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

4 saniyelik sürede MTA + propilen glikol + su karışımına yüksek frekans ultrasonik titreşim ve düşük frekans ultrasonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olduğu ve düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

4 saniyelik sürede MTA + propilen glikol + su karışımına yüksek frekans sonik titreşim ve düşük frekans sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

8 saniyelik sürede MTA + propilen glikol + su karışımına yüksek frekans ultrasonik titreşim ve düşük frekans ultrasonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olduğu ve düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

8 saniyelik sürede MTA + propilen glikol + su karışımına yüksek frekans sonik titreşim ve düşük frekans sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

4.1.2. Rezin bloklarda ultrasonik ve sonik titreşim uygulamasında patın lateral kanala penetrasyon derinliğinin değerlendirilmesi.

Rezin bloklarda su ve propilen glikol + su ile karıştırılan MTA preparatlarının 4 ve 8 saniyelik ultrasonik ve sonik titreşim uygulamalarında perforasyon kanalına penetrasyon derinliğinin ölçülmesinde elde edilen değerler Çizelge 4.4`de verildi.

Çizelge 4.4. Bütün gruplar için patın kanal penetrasyon derinliğine göre elde edilen değerler.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
USCMAXDW4	10	10,569	23,662	17,38970	4,430151
USCMAXDW8	10	17,571	33,029	24,51670	5,366158
USCMAXPG4	10	10,594	27,939	20,00750	6,006859
USCMAXPG8	10	27,125	38,078	31,95350	3,437021
USCMİNDW4	10	10,050	29,890	19,59790	7,073941
USCMİNDW8	10	21,767	36,479	29,46550	4,920569
USCMİNPG4	10	17,331	38,259	29,25400	5,929143
USCMİNPG8	10	29,538	47,103	39,17950	4,792378
SCMAXDW4	10	19,726	29,649	22,96330	3,061627
SCMAXDW8	10	27,510	38,297	31,42990	4,114155
SCMAXPG4	10	23,098	40,462	32,39700	5,630252
SCMAXPG8	10	37,945	49,057	43,92030	4,205234
SCMİNDW4	10	18,735	30,611	22,80180	3,172801
SCMİNDW8	10	23,874	38,312	31,23180	5,117199
SCMİNPG4	10	27,564	39,162	33,49090	4,278674
SCMİNPG8	10	38,458	49,719	43,32730	3,747584

Wilcoxon Signed Ranks Testi

Farklı pat karışımlarının yüksek ve düşük frekanslarda ultrasonik ve sonik uygulamasında farklı sürelerde kendi aralarında bağımlı olarak Wilcoxon Signed Ranks Testi ile ikili olarak karşılaştırılmasında elde edilen değerler Çizelge 4.5`de verildi.

Çizelge 4.5. Rezin bloklarda yüksek ve düşük frekanslarda ultrasonik ve sonik titreşimin farklı sürelerde MTA + su ve MTA + propilen glikol + su uygulamasında patın kanal penetrasyonuna göre ikili karşılaştırma (Wilcoxon Signed Ranks Test).

		N	Mean Rank	Z	Asymp. Sig.
USCMAXPG4 - USCMAXDW4	Negative Ranks	4	4,00	-1,172	,241
	Positive Ranks	6	6,50		
USCMAXPG8 - USCMAXDW8	Negative Ranks	2	2,50	-2,293	,022
	Positive Ranks	8	6,25		
USCMAXDW8 - USCMAXDW4	Negative Ranks	2	1,50	-2,497	,013
	Positive Ranks	8	6,50		
USCMAXPG8 - USCMAXPG4	Negative Ranks	0	,00	-2,803	,005
	Positive Ranks	10	5,50		
USCMİNPG4 - USCMİNDW4	Negative Ranks	1	2,00	-2,599	,009
	Positive Ranks	9	5,89		
USCMİNPG8 - USCMİNDW8	Negative Ranks	1	1,00	-2,701	,007
	Positive Ranks	9	6,00		
USCMİNDW8 - USCMİNDW4	Negative Ranks	1	3,00	-2,497	,013
	Positive Ranks	9	5,78		
USCMİNPG8 - USCMİNPG4	Negative Ranks	4	4,00	-1,172	,241
	Positive Ranks	6	6,50		
SCMAXPG4 - SCMAXDW4	Negative Ranks	0	,00	-2,803	,005
	Positive Ranks	10	5,50		
SCMAXPG8 - SCMAXDW8	Negative Ranks	0	,00	-2,803	,005
	Positive Ranks	10	5,50		
SCMAXDW8 - SCMAXDW4	Negative Ranks	1	1,00	-2,701	,007
	Positive Ranks	9	6,00		
SCMAXPG8 - SCMAXPG4	Negative Ranks	1	1,00	-2,701	,007
	Positive Ranks	9	6,00		
SCMİNDW8 - SCMİNDW4	Negative Ranks	0	,00	-2,803	,005
	Positive Ranks	10	5,50		
SCMİNPG4 - SCMİNDW4	Negative Ranks	0	,00	-2,803	,005
	Positive Ranks	10	5,50		
SCMİNPG8 - SCMİNDW8	Negative Ranks	0	,00	-2,803	,005
	Positive Ranks	10	5,50		
SCMİNPG8 - SCMİNPG4	Negative Ranks	0	,00	-2,803	,005
	Positive Ranks	10	5,50		

Yüksek frekansa 8 ve 4 saniyelik ultrasonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında patın kanala daha fazla penetre olduğu ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Yüksek frekansa 8 ve 4 saniyelik ultrasonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + propilen glikol + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında patın kanala daha fazla penetre olduğu ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Düşük frekansa 8 ve 4 saniyelik ultrasonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında patın kanala daha fazla penetre olduğu ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Düşük frekansa 8 ve 4 saniyelik ultrasonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + propilen glikol + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında patın kanala daha fazla penetre olduğu ve süreler arasında anlamlı bir fark belirlenmediği görüldü ($p>0.05$).

Yüksek frekansa 8 ve 4 saniyelik sonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında patın kanala daha fazla penetre olduğu ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Yüksek frekansa 8 ve 4 saniyelik sonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + propilen glikol + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında patın kanala daha fazla penetre olduğu ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Düşük frekansa 8 ve 4 saniyelik sonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında patın kanala daha fazla penetre olduğu ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Düşük frekansa 8 ve 4 saniyelik sonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + propilen glikol + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında patın kanala daha fazla penetre olduğu ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Friedman testi

Farklı frekanslarda yapılan ultrasonik uygulamalar ve sonik uygulamada farklı MTA karışımlarının farklı sürelerde uygulanmasında en başarılı grubun belirlenmesi için Friedman testi ile çoklu karşılaştırılma yapılarak gruplar arasında anlamlı fark olduğu belirlendi ve mean rank değerine göre 8 saniyelik düşük frekansa sonik uygulamada MTA + propilen glikol + su karışımının perforasyon kanalında en fazla penetrasyon gösterdiği saptandı.

Mann – Whitney testi

Rezin bloklardaki uygulamalarda farklı frekans ve sürelerle göre bütün grupların birbirleri arasında bağımsız ikili karşılaştırılması Mann – Whitney testi ile yapıldı. Elde edilen bulgular Çizelge 4.6`da verildi.

Çizelge 4.6. Rezin bloklarda farklı frekanslardaki bağımsız grupların patın kanala penetrasyonuna göre karşılaştırılması (Mann – Whitney test).

Grup	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig.
USCMAXDW4	10	7,70	22,000	-2,117	,034
USCMİNDW4	10	13,30			
USCMAXDW4	10	5,60	1,000	-3,704	,000
SCMAXDW4	10	15,40			
USCMAXDW4	10	5,50	,000	-3,780	,000
SCMİNDW4	10	15,50			
USCMİNDW4	10	6,70	12,000	-2,873	,004
SCMAXDW4	10	14,30			
USCMİNDW4	10	5,60	1,000	-3,704	,000
SCMİNDW4	10	15,40			
SCMAXDW4	10	5,90	4,000	-3,477	,001
SCMİNDW4	10	15,10			
USCMAXDW8	10	8,80	33,000	-1,285	,199
USCMİNDW8	10	12,20			
USCMAXDW8	10	6,10	6,000	-3,326	,001
SCMAXDW8	10	14,90			
USCMAXDW8	10	6,90	19,000	-,302	,029
SCMİNDW8	10	14,10			
USCMİNDW8	10	10,10	46,000	-,302	,762
SCMİNDW8	10	10,90			
USCMİNDW8	10	6,70	12,000	-2,873	,004
SCMAXDW8	10	14,30			
SCMAXDW8	10	6,00	5,000	-3,402	,001
SCMİNDW8	10	15,00			
USCMAXPG4	10	8,80	33,000	-1,285	,199
USCMİNPG4	10	12,20			
USCMAXPG4	10	6,10	6,000	-3,326	,001
SCMAXPG4	10	14,90			
USCMAXPG4	10	9,00	35,000	-1,134	,257
SCMİNPG4	10	12,00			
USCMİNPG4	10	8,80	33,000	-1,285	,199
SCMAXPG4	10	12,20			
USCMİNPG4	10	8,50	30,000	-1,512	,131
SCMİNPG4	10	12,50			
SCMAXPG4	10	6,50	10,000	-3,024	,002
SCMİNPG4	10	14,50			
USCMAXPG8	10	6,70	12,000	-2,873	,004
USCMİNPG8	10	14,30			
USCMAXPG8	10	5,60	1,000	-3,704	,000
SCMAXPG8	10	15,40			
USCMAXPG8	10	5,50	,000	-3,780	,000
SCMİNPG8	10	15,50			
USCMİNPG8	10	7,70	22,000	-2,117	,034
SCMAXPG8	10	13,30			
USCMİNPG8	10	5,50	,000	-3,780	,000
SCMİNPG8	10	15,50			
SCMAXPG8	10	8,60	31,000	-1,502	,137
SCMİNPG8	10	12,50			

4 saniyelik sürede MTA + su karışımına yüksek frekans ultrasonik titreşim ve düşük frekans ultrasonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olduğu ve düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

4 saniyelik sürede MTA + su karışımına yüksek frekans sonik titreşim ve düşük frekans sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olduğu ve düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

8 saniyelik sürede MTA + su karışımına yüksek frekans ultrasonik titreşim ve düşük frekans ultrasonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

8 saniyelik sürede MTA + su karışımına yüksek frekans sonik titreşim ve düşük frekans sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olduğu ve düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

4 saniyelik sürede MTA + propilen glikol + su karışımına yüksek frekans ultrasonik titreşim ve düşük frekans ultrasonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

4 saniyelik sürede MTA + propilen glikol + su karışımına yüksek frekans sonik titreşim ve düşük frekans sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olduğu ve düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

8 saniyelik sürede MTA + propilen glikol + su karışımına yüksek frekans ultrasonik titreşim ve düşük frekans ultrasonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olduğu ve düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

8 saniyelik sürede MTA + propilen glikol + su karışımına yüksek frekans sonik titreşim ve düşük frekans sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

4.1.3. Rezin bloklarda ultrasonik ve sonik titreşim uygulamalarında patın radyoopasite değerlendirilmesi.

Rezin bloklarda su ve propilen glikol + su ile karıştırılan MTA preparatlarının 4 ve 8 saniyelik ultrasonik ve sonik enerji uygulanmasında lateral kanaldaki patın radyoopasite ölçümlerinden elde edilen değerler Çizelge 4.7`de verildi.

Çizelge 4.7. Bütün gruplar için radyoopasite değerleri.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
USCMAXDW4	10	1	2	1.40	1.00
USCMAXDW8	10	1	2	1.40	1.00
USCMAXPG4	10	1	2	1.50	1.50
USCMAXPG8	10	1	3	1.70	2.00
USCMİNDW4	10	1	2	1.40	1.00
USCMİNDW8	10	1	2	1.40	1.00
USCMİNPG4	10	1	3	1.70	1.50
USCMİNPG8	10	1	3	2.10	2.00
SCMAXDW4	10	1	2	1.50	1.50
SCMAXDW8	10	1	2	1.50	1.50
SCMAXPG4	10	1	3	2.00	2.00
SCMAXPG8	10	2	3	2.40	2.00
SCMİNDW4	10	1	2	1.50	1.50
SCMİNDW8	10	1	2	1.50	1.50
SCMİNPG4	10	1	3	2.00	2.00
SCMİNPG8	10	2	3	2.40	2.00

Wilcoxon Signed Ranks Testi

Farklı pat karışımlarının yüksek ve düşük frekanlarda ultrasonik ve sonik uygulamasında farklı sürelerde kendi aralarında bağımlı olarak Wilcoxon Signed Ranks Testi ile ikili olarak karşılaştırılmasında elde edilen değerler Çizelge 4.8`de verildi.

Çizelge 4.8. Rezin bloklarda yüksek ve düşük frekanslarda ultrasonik ve sonik titreşimin farklı sürelerde MTA + su ve MTA + propilen glükol + su karışımlarına uygulanmasında kanala gönderilen patın radyoopasite değerlerine göre ikili karşılaştırma (Wilcoxon Signed Ranks Test).

Group		N	Mean Rank	Z	Asymp. Sig.
USCMAXPG4 - USCMAXDW4	Negative Ranks	2	3,00	-,447	,655
	Positive Ranks	3	3,00		
	Ties	5			
USCMAXPG8 - USCMAXDW8	Negative Ranks	0	,00	-1,342	,180
	Positive Ranks	2	1,50		
	Ties	8			
USCMAXDW8 - USCMAXDW4	Negative Ranks	3	3,50	,000	1,000
	Positive Ranks	3	3,50		
	Ties	4			
USCMAXPG8 - USCMAXPG4	Negative Ranks	3	4,50	-,707	,480
	Positive Ranks	5	4,50		
	Ties	2			
USCMİNPG4 - USCMİNDW4	Negative Ranks	4	4,00	-,812	,417
	Positive Ranks	5	5,80		
	Ties	1			
USCMİNPG8 - USCMİNDW8	Negative Ranks	1	3,00	-1,933	,053
	Positive Ranks	6	4,17		
	Ties	3			
USCMİNDW8 - USCMİNDW4	Negative Ranks	3	3,50	,000	1,000
	Positive Ranks	3	3,50		
	Ties	4			
USCMİNPG8 - USCMİNPG4	Negative Ranks	2	4,25	-,954	,340
	Positive Ranks	5	3,90		
	Ties	3			
SCMAXPG4 – SCMAXDW4	Negative Ranks	1	2,00	-1,518	1,000
	Positive Ranks	4	3,25		
	Ties	5			
SCMAXPG8 – SCMAXDW8	Negative Ranks	0	,00	-2,251	,129
	Positive Ranks	6	3,50		
	Ties	4			
SCMAXDW8 – SCMAXDW4	Negative Ranks	1	1,50	,000	,024
	Positive Ranks	7	1,50		
	Ties	2			
SCMAXPG8 – SCMAXPG4	Negative Ranks	1	2,50	-1,414	,157
	Positive Ranks	4	3,13		
	Ties	5			
SCMİNPG4 – SCMİNDW4	Negative Ranks	2	3,00	-,447	,655
	Positive Ranks	3	3,00		
	Ties	5			
SCMİNPG8 – SCMİNDW8	Negative Ranks	0	,00	-2,251	,129
	Positive Ranks	6	3,50		
	Ties	4			
SCMİNDW8 – SCMİNDW4	Negative Ranks	1	1,50	,000	,024
	Positive Ranks	7	1,50		
	Ties	2			
SCMİNPG8 – SCMİNPG4	Negative Ranks	1	2,50	-1,414	,157
	Positive Ranks	4	3,13		
	Ties	5			

Yüksek frekansda 8 ve 4 saniyelik ultrasonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında radyoopasite açısından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

Yüksek frekansda 8 ve 4 saniyelik ultrasonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + propilen glikol + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha radyopak görüntü olduğu, bununla beraber gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

Düşük frekansda 8 ve 4 saniyelik ultrasonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında radyoopasite açısından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

Düşük frekansda 8 ve 4 saniyelik ultrasonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + propilen glikol + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha radyopak görüntü olduğu, bununla beraber gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

Yüksek frekansda 8 ve 4 saniyelik sonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha radyopak görüntü olduğu ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Yüksek frekansda 8 ve 4 saniyelik sonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + propilen glikol + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha radyopak görüntü olduğu, bununla beraber gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

Düşük frekansda 8 ve 4 saniyelik sonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha radyopak görüntü olduğu ve süreler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Düşük frekansda 8 ve 4 saniyelik sonik uygulamalar karşılaştırıldığında MTA + propilen glikol + su karışımının 8 saniyelik uygulanmasında daha radyopak görüntü olduğu, bununla beraber gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

Mann – Whitney testi

Rezin bloklardaki uygulamalarda farklı frekans ve sürelerle bütün grupların birbirleri arasında bağımsız ikili karşılaştırılması Mann – Whitney testi ile yapıldı. Elde edilen bulgular Çizelge 4.9'd verildi.

Çizelge 4.9. Rezin bloklarda farklı frekanslardaki bağımsız grupların karşılaştırılması (Mann – Whitney test).

Group	n	Mean Rank	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig.
USCMAXDW4	10	10,50	50,000	,000	1,000
USCMINDW4	10	10,50			
USCMAXDW4	10	10,00	45,000	-,438	,661
SCMAXDW4	10	11,00			
USCMAXDW4	10	8,50	30,000	-1,699	,089
SCMINDW4	10	12,50			
USCMINDW4	10	10,00	45,000	-,438	,661
SCMAXDW4	10	11,00			
USCMINDW4	10	10,00	45,000	-,438	,661
SCMINDW4	10	11,00			
SCMAXDW4	10	10,00	45,000	-,438	,661
SCMINDW4	10	11,00			
USCMAXDW8	10	10,50	50,000	,000	1,000
USCMINDW8	10	10,50			
USCMAXDW8	10	10,00	45,000	-,438	,661
SCMAXDW8	10	11,00			
USCMAXDW8	10	8,50	30,000	-1,699	,089
SCMINDW8	10	12,50			
USCMINDW8	10	8,50	30,000	-1,699	,089
SCMINDW8	10	12,50			
USCMINDW8	10	10,00	45,000	-,438	,661
SCMAXDW8	10	11,00			
SCMAXDW8	10	10,00	45,000	-,438	,661
SCMINDW8	10	11,00			
USCMAXPG4	10	10,00	45,000	-,419	,675
USCMINPG4	10	11,00			
USCMAXPG4	10	8,50	30,000	-1,699	,089
SCMAXPG4	10	12,50			
USCMAXPG4	10	9,00	35,000	-1,236	,217
SCMINPG4	10	12,00			
USCMINPG4	10	9,30	38,000	-,978	,328
SCMAXPG4	10	11,70			
USCMINPG4	10	9,00	35,000	-1,236	,217
SCMINPG4	10	12,00			
SCMAXPG4	10	10,00	45,000	-,419	,675
SCMINPG4	10	11,00			
USCMAXPG8	10	9,00	35,000	-1,236	,217
USCMINPG8	10	12,00			
USCMAXPG8	10	7,80	23,000	-2,265	,024
SCMAXPG8	10	13,20			
USCMAXPG8	10	7,80	23,000	-2,265	,024
SCMINPG8	10	13,20			
USCMINPG8	10	9,40	39,000	-,935	,350
SCMAXPG8	10	11,60			
USCMINPG8	10	9,00	35,000	-1,236	,217
SCMINPG8	10	12,00			
SCMAXPG8	10	10,00	45,000	-,419	,675
SCMINPG8	10	11,00			

4 saniyelik sürede MTA + su karışımına yüksek frekans ultrasonik titreşim ve düşük frekans ultrasonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

4 saniyelik sürede MTA + su karışımına yüksek frekans sonik titreşim ve düşük frekans sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

8 saniyelik sürede MTA + su karışımına yüksek frekans ultrasonik titreşim ve düşük frekans ultrasonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

8 saniyelik sürede MTA + su karışımına yüksek frekans sonik titreşim ve düşük frekans sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

4 saniyelik sürede MTA + propilen glikol + su karışımına yüksek frekans ultrasonik titreşim ve düşük frekans ultrasonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

4 saniyelik sürede MTA + propilen glikol + su karışımına yüksek frekans sonik titreşim ve düşük frekans sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

8 saniyelik sürede MTA + propilen glikol + su karışımına yüksek frekans ultrasonik titreşim ve düşük frekans ultrasonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

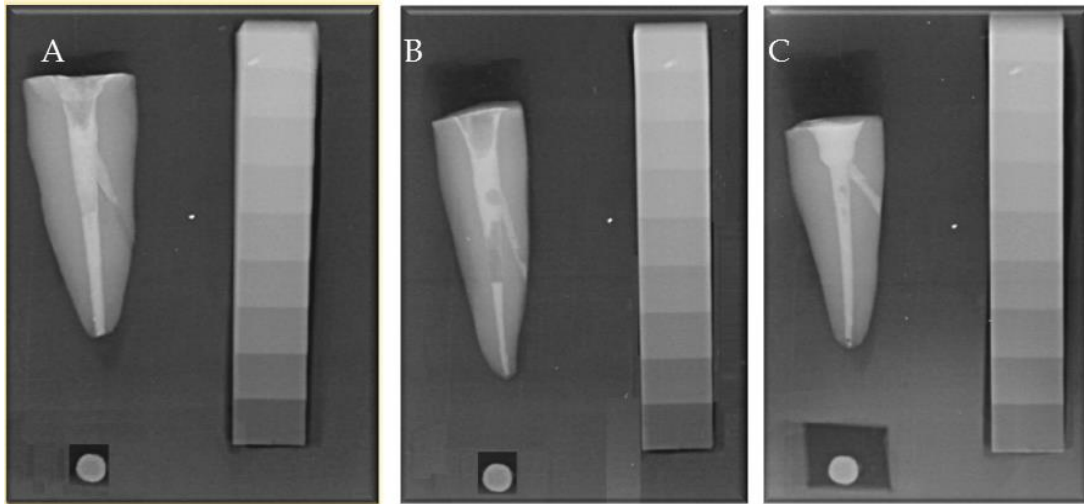
8 saniyelik sürede MTA + propilen glikol + su karışımına yüksek frekans sonik titreşim ve düşük frekans sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında frekanslar arasında anlamlı

bir fark olmadığı, bununla beraber düşük frekansın daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

4.2. Çekilmiş Dişlerdeki Çalışma Sonuçları

4.2.1. Dişlerde ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu yöntemiyle doldurulmuş lateral kanalların boş/dolu alan oranına göre değerlendirilmesi.

Dişlerde su ve propilen glikol + su ile karıştırılan MTA preparatlarının 8 saniyelik ultrasonik ve sonik uygulamalarında ve el kompaksiyonunda elde edilen radyografi görüntü örnekleri Resim 4.2`de ve kanalda boş/dolu alan oranlarına göre elde edilen değerler Çizelge 4.10`da verildi.



Resim 4.2. Çekilmiş dişlerde MTA + propilen glikol + su karışımına uygulanan el (A), ultrasonik (B) ve sonik (C) kompaksiyon sonrası alınan radyografiler.

Çizelge 4.10. Bütün gruplar için kanalda boş/dolu alan oranlarına göre elde edilen değerler.

Group	USCPG	USCSU	SCPG	SCSU	MCPG	MCSU
Valid	10	10	10	10	10	10
Mean	,166	,399	,063	,307	,350	,540
Median	,161	,399	,049	,289	,361	,537
Std. Deviation	,122	,0834	,081	,112	,053	,101
Minimum	,000	,239	,000	,170	,278	,398
Maximum	,331	,528	,262	,496	,430	,712

Wilcoxon Signed Ranks Testi

Her uygulamadaki MTA karışımları kendi aralarında bağımlı olarak Wilcoxon Signed Ranks Testi ile ikili olarak karşılaştırılarak elde edilen değerler Çizelge 4.11`de verildi.

Çizelge 4.11. Dişlerde MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımlarına ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu uygulanmasında kanalda boş/dolu alan oranına göre ikili karşılaştırma (Wilcoxon Signed Ranks Test).

Group		N	Mean Rank	Asymp. Sig.
USCSU - USCPG	Negative Ranks	0	,00	,005
	Positive Ranks	10	5,50	
SCSU - SCPG	Negative Ranks	1	1,00	,007
	Positive Ranks	9	6,00	
MCSU - MCPG	Negative Ranks	0	,00	,005
	Positive Ranks	10	5,50	

8 saniyelik ultrasonik titreşim uygulamasında MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımları karşılaştırıldığında propilen glikol grubunda daha az boş alan kaldığı ve gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

8 saniyelik sonik titreşim uygulamasında MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımları karşılaştırıldığında propilen glikol grubunda daha az boş alan kaldığı ve gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

El kompaksiyonu uygulamasında MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımları karşılaştırıldığında propilen glikol grubunda daha az boş alan kaldığı ve gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Mann – Whitney testi

Dişlerdeki uygulamalarda farklı yöntemlere göre bütün grupların birbirleri arasında bağımsız ikili karşılaştırılması Mann – Whitney testi ile yapıldı. Elde edilen bulgular Çizelge 4.12’de verildi.

Çizelge 4.12. Dişlerde bağımsız grupların ikili karşılaştırılması (Mann – Whitney test).

Group	N	Mean Rank	Mann – Whitney U	Z	Asymp. Sig
USCPG	10	13,30	22,000	-2,145	,032
SCPG	10	7,70			
USCPG	10	6,10	6,000	-3,327	,001
MCPG	10	14,90			
SCPG	10	5,50	5,000	-3,794	,001
MCPG	10	15,50			
USCSU	10	12,80	27,000	-1,739	,082
SCSU	10	8,20			
USCSU	10	6,95	14,500	-2,685	,007
MCSU	10	14,05			
SCSU	10	6,20	7,000	-3,250	,001
MCSU	10	14,80			

MTA + propilen glikol + su karışımına ultrasonik titreşim ve sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu ve sonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

MTA + propilen glikol + su karışımına ultrasonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu ve ultrasonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

MTA + propilen glikol + su karışımına sonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu ve sonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi belirlendi ($p<0.05$).

MTA + su karışımına ultrasonik titreşim ve sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber sonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

MTA + su karışımına ultrasonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu ve ultrasonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

MTA + su karışımına sonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu sonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Kruskal-Wallis testi

Dişlerdeki uygulamalarda farklı yöntemlere göre bütün grupların birbirleri arasında bağımsız çoklu karşılaştırılması Kruskal-Wallis testi ile yapıldı. Elde edilen bulgular Çizelge 4.13'de verildi.

Çizelge 4.13. Dişlerde bağımsız grupların çoklu karşılaştırılması.

Group	N	Mean Rank	Chi-Square	Asymp. Sig.
USCPG	10	13,90	19,736	,000
SCPG	10	7,70		
MCPG	10	24,90		
USCSU	10	14,25	13,777	,001
SCSU	10	8,90		
MCSU	10	23,35		

MTA + propilen glikol + su karışımına ultrasonik, sonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında sonik titreşim uygulamasında daha az boş alan kaldığı ve yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

MTA + su karışımına ultrasonik, sonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında sonik titreşim uygulamasında daha az boş alan kaldığı ve yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

4.2.2. Dişlerde ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu yöntemiyle doldurulmuş lateral kanallarda patın kanala penetrasyon derinliğinin değerlendirilmesi.

Dişlerde su ve propilen glikol + su ile karıştırılan MTA preparatlarının 8 saniyelik ultrasonik ve sonik uygulamalarında ve el kompaksiyonunda patın kanal penetrasyon derinliğine göre elde edilen değerler Çizelge 4.14`de verildi.

Çizelge 4.14. Bütün gruplar için patın kanal penetrasyon derinliğine göre elde edilen değerler.

Group	USCPG	USCSU	SCPG	SCSU	MCPG	MCSU
Valid	10	10	10	10	10	10
Mean	156,083	158,446	270,319	126,002	168,487	129,725
Median	157,165	160,983	249,815	146,526	173,486	140,253
Std. Deviation	49,820	38,521	49,504	71,345	32,189	36,201
Minimum	85,959	73,790	214,186	22,627	105,012	81,365
Maximum	237,513	208,020	380,873	210,401	204,010	190,254

Wilcoxon Signed Ranks Testi

Her uygulamadaki MTA karışımları kendi aralarında bağımlı olarak Wilcoxon Signed Ranks Testi ile ikili olarak karşılaştırılarak elde edilen değerler Çizelge 4.15`de verildi.

Çizelge 4.15. Dişlerde MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımlarına ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu uygulanmasında kanalda patın penetrasyon derinliğine göre ikili karşılaştırma (Wilcoxon Signed Ranks Test).

Group		N	Mean Rank	Asymp. Sig.
USCSU - USCPG	Negative Ranks	6	5,75	,546
	Positive Ranks	4	5,33	
SCSU - SCPG	Negative Ranks	10	5,50	,005
	Positive Ranks	0	,00	
MCSU - MCPG	Negative Ranks	9	5,67	,017
	Positive Ranks	1	4,00	

Ultrasonik titreşim uygulamasında MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımları karşılaştırıldığında propilen glikol grubunda patın kanala daha fazla penetre olduğu, bununla beraber gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

Sonik titreşim uygulamasında MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımları karşılaştırıldığında propilen glikol grubunda patın kanala daha fazla penetre olduğu ve gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

El kompaksiyonu uygulamasında MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımları karşılaştırıldığında propilen glikol grubunda patın kanala daha fazla penetre olduğu ve gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Mann – Whitney testi

Dişlerdeki uygulamalarda farklı yöntemlere göre bütün grupların birbirleri arasında bağımsız ikili karşılaştırılması Mann – Whitney testi ile yapıldı. Elde edilen bulgular Çizelge 4.16'da verildi.

Çizelge 4.16. Dişlerde bağımsız grupların ikili karşılaştırılması (Mann – Whitney test).

Group	N	Mean Rank	Mann – Whitney U	Z	Asymp. Sig
USCPG	10	5,80	3,000	-3,553	,001
SCPG	10	15,20			
USCPG	10	11,70	38,000	-,907	,364
MCPG	10	9,30			
SCPG	10	15,50	2,000	-3,780	,000
MCPG	10	5,50			
USCSU	10	11,60	39,000	-,832	,406
SCSU	10	9,40			
USCSU	10	12,80	27,000	-1,739	,082
MCSU	10	8,20			
SCSU	10	9,60	41,000	-,776	,540
MCSU	10	11,40			

MTA + propilen glikol + su karışımına ultrasonik titreşim ve sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu ve sonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p < 0.05$).

MTA + propilen glikol + su karışımına ultrasonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber ultrasonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p > 0.05$).

MTA + propilen glikol + su karışımına sonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu ve sonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p < 0.05$).

MTA + su karışımına ultrasonik titreşim ve sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber ultrasonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p > 0.05$).

MTA + su karışımına ultrasonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber ultrasonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p > 0.05$).

MTA + su karışımına sonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber sonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

Kruskal-Wallis testi

Dişlerdeki uygulamalarda farklı yöntemlere göre bütün grupların birbirleri arasında bağımsız çoklu karşılaştırılması Kruskal-Wallis testi ile yapıldı. Elde edilen bulgular Çizelge 4.17’de verildi.

Çizelge 4.17. Dişlerde bağımsız grupların çoklu karşılaştırılması.

Group	N	Mean Rank	Chi-Square	Asymp. Sig.
USCPG	10	9,60	18,495	,000
SCPG	10	25,20		
MCPG	10	11,70		
USCSU	10	18,90	2,364	,307
SCSU	10	14,50		
MCSU	10	13,10		

MTA + propilen glikol + su karışımına ultrasonik, sonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında sonik titreşim uygulamasında patın kanala daha fazla penetre olduğu ve yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

MTA + su karışımına ultrasonik, sonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında ultrasonik titreşim uygulamasında patın kanala daha fazla penetre olduğu bununla beraber yöntemler arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

4.2.3. Dişlerde ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu yöntemiyle doldurulmuş lateral kanallarda radyoopasite değerlendirilmesi.

Dişlerde su ve propilen glikol + su ile karıştırılan MTA preparatlarının 8 saniyelik ultrasonik ve sonik uygulamalarında ve el kompaksiyonunda patın radyoopasite ölçümlerinden elde edilen değerler Çizelge 4.18’de verildi.

Çizelge 4.18. Bütün gruplar için radyoopasite değerleri.

Group	USCPG	USCSU	SCPG	SCSU	MCPG	MCSU
Valid	10	10	10	10	10	10
Missing	80	80	80	80	80	80
Mean	6,50	5,20	6,60	5,10	5,10	4,20
Median	7,00	5,50	7,00	5,50	5,00	4,00
Std. Deviation	,707	1,229	,516	1,287	,738	,632
Minimum	5	3	6	3	4	3
Maximum	7	7	7	7	6	5

Wilcoxon Signed Ranks Testi

Her uygulamadaki MTA karışımları kendi aralarında bağımlı olarak Wilcoxon Signed Ranks Testi ile ikili olarak karşılaştırılarak elde edilen değerler Çizelge 4.19`da verildi.

Çizelge 4.19. Dişlerde MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımlarına ultrasonik, sonik ve el kompaksiyonu uygulanmasında elde edilen radyoopasite değerlerine göre ikili karşılaştırma (Wilcoxon Signed Ranks Test).

Group		N	Mean Rank	Asymp. Sig
USCSU - USCPG	Negative Ranks	7	4,79	,028
	Positive Ranks	1	2,50	
	Ties	2		
SCSU - SCPG	Negative Ranks	7	4,00	,017
	Positive Ranks	0	,00	
	Ties	3		
MCSU - MCPG	Negative Ranks	6	4,33	,037
	Positive Ranks	1	2,00	
	Ties	3		

Ultrasonik titreşim uygulamasında MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımları karşılaştırıldığında propilen glikol grubunda daha fazla radyoopak görüntü olduğu ve gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Sonik titreşim uygulamasında MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımları karşılaştırıldığında propilen glikol grubunda daha fazla radyoopak görüntü olduğu ve gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

El kompaksiyonu uygulamasında MTA + su ve MTA + propilen glikol + su karışımları karşılaştırıldığında propilen glikol grubunda daha fazla radyopak görüntü olduğu ve gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Mann – Whitney testi

Dişlerdeki uygulamalarda farklı yöntemlere göre bütün grupların birbirleri arasında bağımsız ikili karşılaştırılması Mann – Whitney testi ile yapıldı. Elde edilen bulgular Çizelge 4.20’de verildi.

Çizelge 4.20. Dişlerde bağımsız grupların ikili karşılaştırılması (Mann – Whitney test).

Group	N	Mean Rank	Mann	-Z	Asymp. Sig
USCPG	10	10,30	48,000	-,175	,861
SCPG	10	10,70			
USCPG	10	14,50	10,000	-3,152	,002
MCPG	10	6,50			
SCPG	10	14,90	6,000	-3,476	,001
MCPG	10	6,10			
USCSU	10	10,30	48,000	-,158	,875
SCSU	10	10,70			
SCSU	10	13,05	24,500	-2,017	,044
MCSU	10	7,95			
USCSU	10	12,60	29,000	-1,679	,093
MCSU	10	8,40			

MTA + propilen glikol + su karışımına ultrasonik titreşim ve sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber sonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

MTA + propilen glikol + su karışımına ultrasonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu ve ultrasonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi belirlendi ($p<0.05$).

MTA + propilen glikol + su karışımına sonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu ve sonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi belirlendi belirlendi ($p<0.05$).

MTA + su karışımına ultrasonik titreşim ve sonik titreşim uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber sonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

MTA + su karışımına sonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu ve sonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p<0.05$).

MTA + su karışımına ultrasonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında yöntemler arasında anlamlı bir fark olmadığı, bununla beraber ultrasonik kompaksiyonun daha başarılı olduğu belirlendi ($p>0.05$).

Kruskal-Wallis testi

Dişlerdeki uygulamalarda farklı yöntemlere göre bütün grupların birbirleri arasında bağımsız çoklu karşılaştırılması Kruskal-Wallis testi ile yapıldı. Elde edilen bulgular Çizelge 4.21'de verildi.

Çizelge 4.21. Dişlerde bağımsız grupların çoklu karşılaştırılması.

Group	N	Mean Rank	Chi-Square	Asymp. Sig.
USCPG	10	19,30	15,362	,000
SCPG	10	20,10		
MCPG	10	7,10		
USCSU	10	17,40	4,582	,101
SCSU	10	18,25		
MCSU	10	10,85		

MTA + propilen glikol + su karışımına ultrasonik, sonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında sonik titreşim uygulamasında patın kanalda daha fazla radyoopak görüntü oluşturduğu ve yöntemler arasında anlamlı bir fark olduğu belirlendi ($p<0.05$).

MTA + su karışımına ultrasonik, sonik titreşim ve el kompaksiyonu uygulanması karşılaştırıldığında sonik titreşim uygulamasında patın kanalda daha fazla radyoopak görüntü oluşturduğu, bununla beraber yöntemler arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0.05$).

5. TARTIŞMA

Perforasyon bölgesi için uygun dezenfeksiyon ve iyi bir tıkama protokolü biyouyumlu ve sızdırmaz bir tamir materyali ile birleştirildiğinde, perforasyonun olumsuzluklarına karşın iyileşme açısından uygun bir adım atılmış olur. Endodontik başarı için kök kanal sisteminin periodontal ligament ve kemikle olan ilişkisinin kesilerek tıkanması ile birlikte, periodontal dokuların sağlığını tehlikeye atan endodontik kökenli etkenlerden korunması gerekmektedir. Perforasyon bölgesinde yapılan tıkama dışı biyolojik olarak en inert olduğu durumda bırakmalı, reenfeksiyonu önlemeli ve geride kalabilen bakterilerin gelişimini engellemelidir. Hekimin amacı perforasyon bölgesini kök bütünlüğünü bozmadan temizlemek ve şekillendirmek ve tamamen doldurmak olmalıdır. Dolguda kök kanallarının ve perforasyon bölgesinin üç boyutlu tıkanması sağlanmaya çalışılır. Yapılan dolgu kanal içinde canlı kalabilmiş mikroorganizmaları da yok edebilmeli ve ayrıca kanal duvarlarına iyi bir adaptasyon göstererek mikroorganizmaların ve ürünlerinin geçişine izin vermemelidir. Kanalin doldurulmadan boş olarak kalmış bölümüne eksuda ve hücre sızıntısı olabilir. Bu proteinli materyalin bozuşma ürünleri periodontal dokularda irritasyon yapar. İltihapsal tepkinin devamı veya alevlenmesine neden olabilir.

Çok sayıda klinik olgu bildirimini bulunmasına karşın [100, 116, 117], kök kanal tedavisi esnasında oluşan iyatrojenik kök perforasyonlarının en etkili bir biçimde tedavisi için kanıta dayalı bir rehber bulunmaması perforasyonların tıkanması için çalışmacıları yaygın olarak kullanılan MTA'nın en uygun karışım ve uygulama yöntemi hakkında araştırmaya sevk etmektedir. Çalışmamızın da kurgulanmasındaki ana düşünce kaynağı bu sorun olmuştur.

Lateral kanalların endodontik dolgu maddeleri ile doldurulmasının in vitro olarak değerlendirilmesi için birkaç model önerilmiştir. Bazı çalışmalarda rezin bloklarda veya çekilmiş dişlerde simüle lateral kanallar oluşturarak şeffaflaştırma, geleneksel veya dijital radyografiler, CBCT, dijital imaj geliştirilmesi gibi yöntemler kullanılmıştır [118-121]. Çalışmamızda benzer koşulların sağlanması kolaylığı düşünülerek rezin bloklar ve çekilmiş dişler üzerinde açılan perforasyon kanallarında yapılan dolguların dijital radyografiler üzerinde değerlendirilmesi tercih edilmiştir.

Çalışmamızda köklerde lateral perforasyon oluşturulmasında standardize bir kanal oluşturulması düşüncesiyle özel bir perforatör düzenek geliştirildi. Önce

polimetilmetakrilattan oluşturulan bu düzenek tekrarlayan uygulamalarda deforme olmaya başlayınca benzer yapı metalden imal edildi. Aminoshariae ve diğerleri (2003) plastik tüplere MTA'yı elle ve ultrasonik olarak doldurarak mikroskobik ve radyografik inceleme yaptıkları çalışmalarında yetersizliği görerek doğal dişlerde de prepare kanalın ebat ve şeklinin standardize edildiği örneklerde yapılacak çalışmalara gereksinimi işaret etmişlerdir [8]. Çekilmiş dişlerde oluşturulan yapay kanallarda pat penetrasyonları için yapılan çalışmalarda ana kanala dik olarak açılan silindirik boşluklar içerisinde farklı dolgu teknikleri ile patların denendiği ve penetrasyon için ulaşılan mesafelerin milimetrik ölçümlerinin yapıldığı görülmektedir [118-121]. Kliniklerdeki çalışmalarda kazayla oluşturulan lateral perforasyon kanallarının birçoğunun farklı bir doğrultu izlediği ve ana kanal doğrultusuna açılı olarak konumlandığı izlenmektedir. Çalışmamızda klinik perforasyonları taklit edecek daha standart bir yaklaşımda bulunulması amacıyla ana kanala oblik ve hep aynı doğrultuda perforasyonlar oluşturacak özel bir düzenek hazırlanmıştır. Çalışmamızda oluşturulan yapay kanallar bütün çekilmiş dişlerde ana kanala göre benzer açığı göstermektedir. Bununla beraber köklerdeki ebat farklılıkları perforasyon kanallarının farklı uzunluklarda olmasına yol açmıştır. Aynı sorun lateral kanal oluşturulan bütün çalışmalarda da bulunmaktadır [118,119]. Çalışmamızın çekilmiş dişler üzerinde yapılan bölümünde bu sorunun kısmen üstesinden gelinmesi amacıyla uzunluk ölçümleri yanında boş/dolu alan oran hesaplamaları ve istatistiksel değerlendirmeleri yapılmıştır.

İn vitro çalışmalarda oluşturulan lateral kanallarda açılan yuva kök dışından pulpa boşluğuna doğru oluşturulduğundan doldurulan kanal ters konik olmaktadır. Çekilmiş dişlerde oluşturduğumuz düzenekle açılan kanal pulpa boşluğundan dışarı doğru olduğundan konik bir kavite oluşmakta ve klinikte meydana gelen oblik lateral perforasyon kanalı şekillerini daha başarılı olarak taklit etmektedir.

Tarihsel tedavi yaklaşımları karşılaştırıldığı zaman, günümüzde perforasyon tedavi seçenekleri geliştirilmiştir. Başarıyı etkileyen etyolojik faktörlerin iyi bilinmesinin yanı sıra günümüzde mineral trioxide aggregate gibi biyolojik aktif materyallerin kullanılması da başarıyı artırmıştır. Biyolojik materyaller döneminden önce perforasyon defektlerinin tamirinde restoratif materyaller kullanılmaktaydı. Amalgam, fosfat siman, çinko oksit eugenol, Super EBA, kalsiyum hidroksitin çeşitli formülasyonları, Cavit, cam iyonmer siman, kompozitler farklı başarı oranlarıyla kullanılmıştır. Perforasyon bölgesindeki nemli

ortam birçok materyalin sızdırmazlığını etkilemektedir. Bu nedenle bu çeşit materyallerin yerleştirilmesi zordur ve genelde yeterli tıkama sağlanamamaktadır veya periodontal destek dokularda kontrol edilemeyen taşkın dolgulara bağlı kronik irritasyonlar oluşabilme olasılığı bulunmaktadır. Kalsiyum-silikat-fosfat esaslı bioseramik bileşimlerin de temas açılarının düşük olması ve nano partiküller nedeniyle dentine iyi bir yayılma ve kimyasal bağlanma göstermeleri ve ekspansiyon özellikleri dolayısıyla kök kanallarında iyi adaptasyon sağladıkları ileri sürülmektedir. Bu nedenle son yıllarda perforasyon tamirinde tercih edilen materyaller olmuşlardır. Biyouygunluk bir maddenin, bir dokunun veya bir organizmanın yaşamını veya sağlığını kötü yönde etkilemeden kullanım amacına uygun fonksiyon göstermesidir. Başka bir deyişle kullanılan materyalin uygun konakçı cevabı oluşturması olarak tanımlanabilir. Kök kanal dolgu maddelerinin ve perforasyon tamir materyallerinin de kabul edilebilir düzeyde biyouygunluklarının bulunması gerekir. MTA'nın uzun süreli kullanım sürecinden geçmiş ve birçok biyouyumlu çalışması yapılmış bir materyal olması ve belirtilen özellikleri nedeniyle çalışmamızda perforasyon tamir materyali olarak MTA kullanmayı tercih ettik.

Dentinin karmaşık yapılı, dinamik bir oluşum olması ve biyolojik aktivite göstermesi güvenilir ve dayanıklı bağlanmayı engellemektedir. Kök dentini ile perforasyon tamir materyali arasındaki karşılıklı mekanik ve kimyasal kilitlenme önem taşımaktadır. Diş yapısı farklılıkları, onarılan diş tipi, dişin konumu, fibrillerin düzeni, perforasyon bölgesindeki kanalcıkların yapısı, teknik farklılıklar ve ortam koşullarına bağlı olarak bağlanma başarısı değişmektedir. MTA ile oluşturulan tıkamalarda görülen sızdırmazlık başarıları [115,122,123] perforasyon tamirinde de tercih edilen bir materyal olmasını sağlamıştır.

Smear tabakası zayıf yapıştırıcı özelliğe sahiptir, geçirgen yapıdadır ve kısa sürede parçalanıp, dolgu maddesi ve kanal duvarı arasında boşluk oluşturabilmektedir [124]. Smear tabakasının uzaklaştırılmasının sıcak ve soğuk kompaksiyon yöntemlerinin hem adaptasyonunu, hem de örtücülük özelliklerini artırdığı [124-127] ve patların dentin kanalcıklarına penetrasyonlarını sağladığı [128-130] birçok çalışmada bildirilmiştir. Smear tabaka bulunması kanalların dezenfeksiyonunu ve ilaç yayılımını olumsuz etkileyebilir [130]. Smear tabakanın kendisi de kontamine olabilir ve dentin kanalcıkları içerisindeki bakterileri koruyarak enfeksiyona veya enfeksiyonun devamına neden olabilir [131]. Biz de kanal irrigasyon protokolünde EDTA kullanarak smear tabakanın daha etkili bir şekilde

kaldırılmasını ve perforasyon tamir materyallerinin penetrasyonlarının artırılmasını amaçladık.

MTA'nın hazırlanmasında imalcilerin önerisi olan ideal toz:likit, 3:1 oranı perforasyon kanalına yerleştirmede uygun olmayabilir. Aminoshariae ve diğerleri (2003) da bu konuya işaret etmişlerdir [8]. Oraie ve diğerleri (2012) retrokavitelerin doldurulmasında MTA'nın toz likit oranlarını değiştirmişler ve iki farklı uygulama ile tatbik etmişler ve ardından mikrosızıntı testi yapmışlardır. Çalışmada 0.28, 0.33 ve 0.40 likit:toz oranları kullanmışlar 3 diş grubunu direkt tepici ile kondense etmişler, diğer 3 grubu ise nemli pamuk kullanarak sıkıştırmışlardır. 0.40 likit:toz oranının tepici kullanımında en iyi sonucu verdiğini, ıslatılmış pamuk peletin ise 0.28 likit:toz oranında başarılı olduğunu, 0.33 grubunda ise teknikler arasında bir fark belirlenemediğini bildirmişlerdir [132]. Çalışmamızda ulaşılması düşünülen kanalın konum ve çapı düşünüldüğünde akışkanlığın artırılması ve donma süresinin uzatılması için 2.5/1 toz/likit oranını kullanmayı tercih ettik. Cavenago ve diğerleri (2014) su oranını artması ile MTA karışımında donma süresinin arttığını ve kalsiyum iyonu açığa çıkışının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir [86]. Bununla beraber karışımında su miktarının artırılmasının materyalde porozite ve erirliği artırma riski bulunmaktadır [77]. Yine donma süresinin uzamasının ağız ortamında ağız sıvılarıyla da erime riski vardır. Klinik uygulamada kısa süreli donma ise özellikle deney düzeneğimize benzer perforasyonlarda dar lateral kanala ulaşmayı güçleştirebilir.

MTA'nın granüllü ve düşük koheziv özelliği manipulasyonunu güçleştirmektedir. Aynı zamanda suyla karıştırılan MTA'nın donma süresinin kısa oluşu lateral perforasyonlar, internal rezorpsiyon ve kök ucu gelişim tedavilerindeki uygulamalarda güçlük yaratmaktadır. Propilen glikol bir çok topikal preparatlarda kullanılan ideal bir taşıyıcıdır. Aynı zamanda bazı sistemik ilaçların da (Diazepam, Phenytonin) bileşiminde de bulunmaktadır. Kalsiyum hidroksit ve kanal patlarının da bileşimine girmektedir.

Manipulasyonu kolaylaştırmak için Holand ve diğerleri (2007) MTA'yı su ve propilen glikol ile karıştırarak biyouyumlulukları açısından bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir [88]. Duarte ve diğerleri (2012) MTA su ve propilen glikolü farklı oranlarda karıştırarak akışkanlık, donma zamanı, pH ve kalsiyum salınımı açısından değerlendirmişlerdir [89]. En iyi akışkanlık MTA + %20 su + %80 propilen glikol grubunda görülmüştür. Çalışmada MTA Angelus'a propilen glikol ilavesinin donma süresi, akışkanlık, pH ve kalsiyum iyon

salınımını artırdığı bildirilmiştir. Araştırmacılar karışıma propilen glikol ilavesinin donma süresini artırdığını, %100 oranında bulunmasında ise donmanın hiç oluşmadığını bildirmişlerdir. Biz de çalışmamızda bu araştırmanın sonuçlarından yola çıkarak propilen glikol gruplarında benzer karışım oranlarını kullanmayı tercih ettik. Toz likit oranının belirlenmesi de yine aynı çalışmada belirlenen 1 g toza 0.4 ml likit oranı daha akışkan bir karışım elde etmek için tercih edildi. Daha fazla likit karışımından daha fazla porozite ve daha çok erirlik olabilmesi ihtimali nedeniyle kaçınıldı. Brito-Junior ve diğerlerinin (2010) çalışmasında da MTA Angelus'un propilen glikolle karıştırılmasının furkal perforasyonlarda 30 günlük deney süresinde distille suyla hazırlanan karışıma göre bakteriyel sızıntıyı daha fazla azalttığı bildirilmiştir [133]. Deney koşullarımızda bu modifikasyonla elde edilen penetrasyon düzeyi geleneksel MTA + su karışımına göre daha iyi bulunmuştur. Farklı MTA karışımları sonik, ultrasonik ve el kopaksiyonu ile doldurulmasında hem penetrasyon derinliği, hem boş/dolu alan oranı hem de radyoopasite açısından en başarılı grup propilen glikol ile karıştırılan MTA gruplarında bulundu. Bu sonuçlar hem rezin blok hem de çekilmiş dişlerde benzerlik göstermektedir. Duarte ve diğerlerinin (2012) çalışmasında gösterilen oranda propilen glikol katılan karışımın akışkanlığının artırılması oblik lateral perforasyon kanalllarının doldurulmasında başarıyı artırmaktadır [89].

Vibrasyon diş hekimliğinde materyalin içindeki boşlukların azaltılması ve böylece uniform ve yoğun bir kitle elde etmek amacıyla da kullanılmıştır. Kuron ve postların simantasyonlarında titreşimden yararlanılması siman tabakasını inceltmekte ve böylece adaptasyonu artırmaktadır [134, 135]. Diğer çalışmalarda ultrasonik aktivasyonun cam iyonomer simanın cam iyonomer partiküllerinin poliasitle aralarında daha geniş kontaktını sağlayarak camın daha geniş reaktif yüzeyini elde ettirdiği ve böylece materyal yoğunluğunda artış sağladığı bildirilmiştir [136 -138]. Sonik ve ultrasonik titreşimler endodontide diğer uygulamaların yanında patların ana kanala orto ve retro yoldan doldurulması, patların dentin kanallarına penetrasyonlarının artırılması, internal ve eksternal rezorbsiyon boşluklarının doldurulması, daha iyi adaptasyonla sızıntının azaltılması, daha yoğun tıkaç oluşturulması [107, 108, 111, 133-142] perforasyonlarda akışkanlığın sağlanması amaçlarıyla kullanılmaktadır.

Bernabe ve diğerlerinin (2013) sızıntı çalışmasında sonik ve ultrasonik vibrasyonun MTA'nın sızdırmazlığını azalttığını bildirmişlerdir [115]. Farklı metodolojilerle de benzer

sonuçlar elde edilmiştir [7,108,110]. Yeung ve diğerleri (2006) ultrasonik olarak daha ağır ve yoğun MTA kitlesi elde ettiklerini, Kim ve diğerleri (2009) ultrasonla daha yoğun apikal tıkaçlar başardıklarını ileri sürmüşlerdir [108, 110]. Lawley ve diğerleri (2004) da ultrasonik olarak yerleştirilen MTA'nın üzerine kompozit yerleştirildiğinde ultrason uygulanmadan yerleştirilen MTA'ya göre daha iyi bir örtü oluşturulabildiğini bildirmişlerdir [7]. Baştürk ve diğerleri (2014) Proroot MTA ve MTA Angelus'u kalıplara yerleştirerek manuel veya mekanik olarak hazırladıktan sonra elle veya ultrasonik olarak kondense ettikten sonra esneme direnci ve porozitesine bakmış ve istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirleyememişlerdir [143]. Yine Baştürk ve diğerleri (2013) Proroot MTA ve MTA Angelus'u kalıplara yerleştirerek manuel mekanik ve indirekt ultrasonik yöntemle kondense ettikten 4 gün sonra basma testi uygulamışlardır. ProRoot MTA'nın basma direnci MTA Angelus'dan üstün bulunmuş manuel veya mekanik hazırlanmasından bağımsız olarak ultrasonik kondensasyonun direnci daha fazla artırdığını bildirmişlerdir [144]. Nekoofar ve diğerleri (2010) ultrasonik kondensasyonun en yüksek yüzey mikrosertliği sağladığını bildirmişlerdir [145]. Bernabe ve diğerleri (2013) kök ucu kaviterlerini Proroot MTA ile sonik, ultrasonik ve el kondensasyonu ile doldurarak boyayla mikrosızıntı testi yapmışlar ve en iyi sonuçları sonik teknikle elde etmişlerdir [115]. Çalışmamızda farklı pat preparasyonlarının perforasyon kanalına ultrasonik olarak gönderilmesinde el kompaksiyonuna göre daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmalarda patın yerleşmesi ve yoğunluğunda artış gösterilse de Witherspoon ve Ham (2001) dolgu marjinlerinde boşluklar kalabildiğini bildirmişlerdir [6]. Aminoshariae ve diğerleri (2003) ise materyalin kanal duvarlarına adaptasyonu için vibrasyonun gerekli olmadığını ve elle kondanse materyalin daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir [8]. Onların bulgularında, çalışmanın insan dişleri üzerinde değil, polipropilen tüplerde yapıldığı ve tüplerin çap ve uzunluklarının farklılığı, ultrasonik enerjinin uygulanma şekli etken olmuş olabilir. Bu çalışmada direkt ultrasonik aktivasyon kullanılırken Yeung ve diğerleri (2006) indirekt ultrasonik aktivasyonu kullanmışlardır [110]. Ruddle ve diğerleri (2004) da indirekt vibrasyon kullanımını önermektedir [112]. Çalışmamızda sonik ve ultrasonik uygulamalar ana kanala ve perforasyon kanalı ağzına yerleştirilen pat üzerine direkt uygulama ile yapılmıştır. Bunun nedeni 0.5 mm.lik perforasyon kanal çapının uçların salınımı için yeterli boşluğu sağlayamamış olmasıdır.

Literatürdeki çalışmalarla yaptığımız karşılaştırmalarda esas güçlüğü kullanılan MTA tipi, değerlendirme metodu, tozun karıştırıldığı solusyonlar, kanal tipi, kanal ebatları,

ultrasonifikasyon süresi, kullanılan ultrasonik ünit tipi gibi farklılıklardan kaynaklandığı görülmektedir.

Ultrasonik enerji yanında sonik işlemler de dental materyallerin hazırlanması, uygulanması ve fiziksel özellikleri üzerinde olumlu etkiler yaratabilmektedir. Baştürk ve diğerleri (2013) amalgamatörde 4500 cpm'de 30 saniye mekanik karıştırmanın MTA'nın basma direncini artırdığını bildirmiştir [144]. Mekanik karıştırma toz partiküllerinin islatılmasını sağlamakta, hidrasyon prosesini kolaylaştırmakta ve karışımın mekanik özelliklerini geliştirmektedir. Bununla beraber Shahi ve diğerleri (2015) elle karıştırılan CEM simanın basma direncinin amalgamatörle karıştırılan pattan daha yüksek olduğunu bildirmiştir [146]. Bu farklılık örnek büyüklüğü, karıştırma süresi ve basma direncinin araştırılma zamanına bağlı olarak değişebilmektedir. Çalışmamızda hem rezin bloklarda hem de çekilmiş dişlerdeki uygulamalarda sonik kompaksiyonun yararları görülmektedir.

MTA'nın ultrasonik kompaksiyonu çalışmalarında sürenin etkisi üzerinde de durulmuştur [109, 110, 115] ve uzun süreli uygulamaların dolgu kitlesi içinde boşluklar bırakarak başarıyı azalttığı belirlenmiştir. Çalışmamızda dişler üzerindeki uygulamalar öncesi süre ve frekans açısından standardizasyon sağlanması amacıyla rezin blok içinde ana kanala benzer açıda oblik perforasyon kanalı açılarak ve farklı süre ve frekanslarda ultrasonik uygulamalar yapılarak en uygun süre ve frekans belirlenmeye çalışılmıştır. Önceki çalışmalarda ana kanalın doldurulmasında gösterilen sürelerden yola çıkarak çalışmamızda 4 ve 8 saniyelik süreler seçilmiş ve her iki sürenin çalışmadaki iki farklı karışım için ayrı ayrı değerlendirilmesinde 8 saniyenin patın lateral kanala penetrasyon derinliği, boş/dolu alan oranı ve radyografik yoğunluk açısından en uygun süre olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu Parashos ve diğerlerinin (2014) belirttikleri 2-8 saniyelik süre ile uyum halindeyken Yeung ve diğerlerinin (2006) rezin bloklarda MTA dolgularının ağırlık ölçümlerinde 1 saniyelik sürenin daha başarılı olduğu bulgusuyla uyuşmamaktadır [109, 110]. Bernabe ve diğerlerinin (2013) çalışmasında ultrasonun materyali kaviteden uzaklaştırarak kondensasyonu bozabileceği olasılığı üzerinde durulmuştur ve 1 saniyelik ard arda dört uygulama tercih edilmiştir [115]. El-Ma'aita ve diğerlerinin (2012) çalışmasında MTA kök kanal dolguları μ CT ile araştırılarak el kompaksiyonunda daha az boşluk bulunmuş, fakat 5-10 saniyelik ultrasonik aktivasyonla boşlukların azaldığı bulunmuştur [147]. Resin bloklardaki ön çalışmada 8 saniyeden daha uzun süreli uygulamanın tercih edilmeme nedeni önceki çalışmalarda daha uzun süreli ultrasonifikasyonun örnek mikrosertliğinde

düşüşlere, daha fazla radyografik boşluklara ve daha az yoğun dolgulara sebep olmasıdır [8,110].

Ultrasonik olarak MTA'nın kompakte edildiği çalışmalarda düşük [110] veya orta [109] frekans tercih edilmiştir Kim ve diğerlerinin (2009) çalışmasında da düşük frekanslı uygulamalarda daha az sızıntı olduğu bildirilmiştir [108]. Çalışmamızda düşük ve yüksek frekansda titreşimler denenerek her iki MTA karışımı için de düşük frekansın penetrasyon derinliği, boş/dolu alan oranı ve radyografik yoğunluk açısından daha üstün sonuçlar verdiği görülmüştür. Düşük frekansda ultrasonik uygulamasındaki başarı sonik titreşim uygulamalarımızda da benzer bulunmuştur. Bernabe ve diğerlerinin (2013) çalışmasında elde ettikleri başarılı sonuçları sonik titreşimin düşük gücüne bağlamışlardır [115].

Sonik uygulamalarda da farklı iki süre seçilerek uygulanmıştır. Dört saniyelik uygulamalarda ön çalışmamızda perforasyon kanalına patların penetrasyonlarında yetersiz kalmıştır. Kanallarının konumu ve uzunluğu bu kadar kısa sürede bir sonuç alınmasını olanaksızlaştırmıştır. Kalsiyum silikat esaslı patların kısa donma süreleri klinikte çalışırken çabuk tıkama sağlayan sistemlerin kullanımı önem kazanmaktadır.

Yöntemlerin karşılaştırılmasında penetrasyon derinliği açısından sonik ve ultrasonik titreşim uygulanan gruplar el kompaksiyonu gruplarından üstün bulunmuştur. Rezin blokta uygulamalarda penetrasyon derinliği açısından hem su + MTA hem de MTA + propilen glikol + su gruplarında sonik titreşim en iyi sonuçları vermiştir. Dişlerdeki uygulamalarda ise penetrasyon derinliği açısından ultrasonik uygulamada MTA+su grubu en üstün olarak bulunmuştur. MTA +su karışımında sonik titreşime göre ultrasonik titreşimde gösterdiği saçılmaların penetrasyon derinliğindeki artışa neden olabileceği düşünülmektedir. Nitekim penetrasyonda ulaşılan seviyeye rağmen bu gruptaki dişlerdeki dolgu kitlesi içinde fazla boşluklar görülmesi bu varsayımı güçlendirmektedir. Zaten bu grup daha iyi görülmesine karşın aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Aminoshariae ve diğerleri (2003) ultrasonik ajitasyonun MTA'yı kanalın duvarlarına doğru ittiği ve materyalin ana kitlesi içerisinde boşluklar bıraktığı sonucuna varmışlardır [8].

Yöntemlerin karşılaştırılmasında boş/dolu alan oranı açısından yapılan değerlendirmede hem rezin bloklarda hem de çekilmiş dişlerde sonik yöntem hem MTA + propilen glikol + su hem de MTA + su gruplarında daha başarılı olarak bulunmuştur.

Yöntemlerin karşılaştırılmasında radyografik yoğunluk açısından yapılan değerlendirmede hem rezin bloklarda hem de çekilmiş dişlerde sonik yöntem hem MTA + propilen glikol + su hem de MTA + su gruplarında daha başarılı olarak bulunmuştur.

Lateral perforasyonlarda elle yapılan kompaksiyonlarda ulaşılması güç olan bölgelerde ideal bir tıkanmanın başarılmasında rijid tepicilerin kullanılması güç olabilmektedir. Sorunun aşılması için esnek olan kağıt koni, güta perka kon veya termoplastik core dolguların core bölümü kullanılmaktadır. MTA'nın kıvamı düşünüldüğünde çalışmamızda oblik lateral perforasyon kanallarının elle tıkanmasında belirtilen son seçenek kullanılmıştır. MTA'nın yerleştirilmesinde el kompaksiyonu ile ultrasonik yöntemi karşılaştıran El-Maaita ve diğerlerinin (2012) çalışmasında μ CT ile yapılan değerlendirmede el kompaksiyonu ile daha yoğun dolgular elde edildiği bildirilmiş olsa da çalışmamızda elde edilen sonuçtaki farklılıklar patların karıştırılma oranları, doldurulan kavite uzunluğu, ultrasonik ve sonik ünit ve uç cinsi, ve frekans farklılığından kaynaklanmış olabilir [147]. Ayrıca dolgusu daha güç olan lateral kanal boşluğunda çalışma süresi kısıtlı olan MTA preparatı ile patın tabakalar halinde yerleştirilmesi için yeterli çalışma zamanının bulunmaması ve anatomik yapı ve yapay kanal konumu, pat akışkanlığı farkları etken olmuş olabilir.

Geleneksel periapikal radyografi kök kanal dolgularının teknik kalitelerinin gösterilmesi için en çok kullanılan yöntem olmuştur [148]. Genelde bukkolingual radyografların kök kanal dolgusunun niteliğinin değerlendirilmesinde sınırlı bir değerinin bulunduğu ileri sürülmektedir [149, 150]. Bununla beraber özellikle klinik takipli çalışmalarda değerlendirmeler yalnızca bu yöntemle yapılmaktadır [151,152,153].

Kök kanal dolguları radyografilerde tıkaçıcı maddelerin radyoopasitelerinin dentin ve kemikten bir miktar daha fazla olmasıyla ayırt edilirler. Daha yüksek radyopasite daha kompakt bir dolgu izlenimi verirken kusurların görülmesini engelleyebilir. Daha az radyopak materyallerse özellikle küçük miktarlarda bulunduğu alanlarda sanki mevcut değilmiş gibi görüntü verebilir [154,155]. Çalışmamızda kullanılan kalsiyum silikat esasl

patların radyopasiteleri ANSI/ADA Spesifikasyon 57`de [156] kök kanal patları için gösterilen 3 mm.lik alüminyum kalınlığındaki opasiteye benzer değerlerin altında radyopasite göstermektedir. Bunun da kompakt görüntü oluşturma olasılığını azalttığını düşünüyoruz. Bununla beraber deney koşullarımızda 0.5 mm çapındaki perforasyon kanalında elde edilen dolgu yoğunluğunun radyografik inceleme için yeterli olduğunu belirledik.

Radyografik boşlukların araştırılması cross sectional çalışmalarda dolgudaki boşluklarla apikal periodontitis arasındaki ilişki gösterildiğinden önem taşımaktadır [151,152]. Bodanezi ve diğerlerinin (2012) çalışmasında üst tek köklü dişlerdeki kök kanal dolgusundaki boşlukların belirlenmesinde pat cinsinin gözlemcilerin değerlendirmeleri arasındaki farklılıklara yol açabileceği belirlenmiştir [157]. Çalışmamızda kullanılan MTA karışımlarının radyoopasitelerinin standarda göre daha düşük olmasının yarattığı yetersizlik hem rezin bloklarda hem de çekilmiş dişlerde yapılan ölçümlerle bir ölçüde giderilmeye çalışılmıştır.

Tek köklü dişlerdeki kök kanal dolgularının homojenlik ve seviye ölçümlerinde görüntü kalitesi değerlendirilmesinde fosfor plak incelemelerinin geleneksel filmler kadar iyi olduğunun belirlenmesi [158] dijital imajların bilgisayar ortamındaki aktarmalarda sağladığı kolaylık da düşünülerek çalışmamızda fosfor plak görüntüleri alınmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Lateral oblik perforasyonların doldurulması güç bir işlemdir.
2. MTA'nın hazırlanmasında propilen glikol gibi akışkanlığını artıracak karışımlar perforasyon kanalına penetrasyon derinliğini artırmaktadır.
3. Vibrasyon perforasyon kanalına MTA'nın gönderilmesinde bir alternatif olabilir.
4. Ultrasonik enerjinin düşük frekansları perforasyon kanalına MTA'nın gönderilmesinde yüksek frekansa göre daha başarılı olmaktadır.
5. Ultrasonik uygulamada MTA + su karışımları, MTA +propilen+su glikol grubuna göre daha ileri bir penetrasyon gösterse bile bu durum saçılma şeklindedir.
6. MTA'nın düşük frekansda sonik sistemle gönderilmesi ultrason uygulaması ve el kompaksiyonuna göre daha başarılı olmuştur.
7. MTA'nın su ve propilen glikol ile karıştırılması su ile hazırlanmasına göre perforasyon kanallarının doldurulmasında daha başarılı olmuştur.
8. Deney koşullarında MTA'nın %80 propilen glikol + %20 su ile karışımının düşük frekansda sonik aktivasyonla uygulanması en başarılı uygulama olarak belirlenmiştir.
9. Elle yapılan kompaksiyonlar sonik ve ultrasonik ajitasyonla doldurulan kanallara göre penetrasyon, boş/dolu alan oranı ve radyoopasite açısından daha az başarılı bulunmuştur.

Çalışmamızda periodontal dokuların basıncı ve kan kontaminasyonu gibi faktörler göz önüne alınmamıştır. Daha ileri çalışmalarda sonik, ultrasonik ve el kompaksiyonunun başarısı açılan yapay kanalların çapı değiştirilerek de tekrarlanabilir. Farklı MTA karışımları ile farklı yöntemlerle yapılan yapay kanal dolgularının sızdırmazlıklarının araştırılması da olası daha ileri bir çalışma konusudur. Daha ileri olarak MTA'nın hasar görmeden diş yapılarının kaldırılacağı çalışmalara da gereksinim duyulmaktadır. Mikroskobik değerlendirmelerde bu yaklaşım zorunludur. Perforasyon tamir materyaline uygulanan kuvvet, sıkıştırılan materyalin viskozitesi, ana ve perforasyon kanalının konikliği ve çapı ve ana kanalla aralarındaki açı da değiştirilerek daha ileri çalışmaların yapılabilmesi mümkün görülmektedir. MTA Angelus preparatı ile yürütülen bu çalışmanın

kalsiyum silikat esaslı diğ er ticari preparatlar kullanılarak da tekrarlanabilmesi mümkündür.

KAYNAKLAR

1. Glossary of Endodontic Terms. (2003). *American Association of Endodontists*. Chicago, IL.
2. Abou-Rass, M., Frank, A.L., Glick, D.H. (1980) The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *The Journal of American Dental Association*. 101, 792–794.
3. Kvinnsland, I, Oswald, R.J, Halse, A., Gronningsaeter, A.G. (1989) A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. *International Endodontic Journal*. 22, 75–84.
4. Farzaneh, M., Abitbol, S., and Friedman, S. (2004) Treatment outcome in endodontics: the Toronto study. Phases I and II: Orthograde retreatment. *Journal of Endodontics*. 30, 627–633.
5. Pitt Ford, T.R., Torabinejad, M., McKendry, D.J., Hong, C.U., Kariyawasam, S.P. (1995). Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 79, 756–763.
6. Witherspoon, D., Ham K. (2001) One-visit apexification: technique for inducing root-end barrier formation in apical closures. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry*. 13, 455– 60.
7. Lawley, G.R., Schindler, W.G., Walker, W.A., Kolodrubetz, D. (2004) Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification. *Journal of Endodontics*. 30, 167–72.
8. Aminoshariae, A., Hartwell, G.R., Moon, P.C. (2003) Placement of mineral trioxide aggregate using two different techniques. *Journal of Endodontics*. 29:679– 82.
9. Patel, S., Duncan, H.F. (2011) *Pitt Ford's Problem-Based Learning in Endodontology*. Wiley-Blackwell. 285-302.
10. Darcey, J., Qualtrough, A. (2013) Resorption: part 1. Pathology, classification and aetiology. *British Dental Journal*. 214, 439–451.
11. Darcey, J., Qualtrough, A. (2013) Resorption: part 2. Diagnosis and management. *British Dental Journal*. 214, 493–509.
12. Gulabivala, K., Ng, Y.L. (2014) *The restorative-endo interface*. In *Endodontics*. 4th ed. pp 334–360. St Louis: Mosby.
13. Saed, S. M., Ashley, M. P., & Darcey, J. (2016). Root perforations: aetiology, management strategies and outcomes. The hole truth. *British Dental Journal*, 220(4), 171-180.

14. Kuttler, S., McLean, A., Dorn, S., Fischzang, A. (2004) The impact of post space preparation with Gates–Glidden drills on residual dentin thickness in distal roots of mandibular molars. *The Journal of American Dental Association*. 135: 903–909.
15. Toure, B., Faye, B., Kane, A.W. (2011) Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: a prospective study. *Journal of Endodontics*. 37:1512–1515.
16. Hovland, E.J., Dumsha, T.C. (1997) Problems in the management of tooth resorption. In: Gutmann J.L, Dumsha T.C, Lovdahl P.E, Hovland E.J, eds. *Problem Solving in Endodontics*, 3rd edn. St Louis: CV Mosby Company. 253–276.
17. Fuss, Z., Assooline, L.S, Kaufman, A.Y. (1996) Determination of location of root perforations by electronic apex locators. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 82: 324–329.
18. Daoudi, M.F., Saunders, W.P. (2002) In vitro evaluation of furcal perforation repair using mineral trioxide aggregate or resin modified glass ionomer cement with and without the use of the operating microscope. *Journal of Endodontics*. 28, 512–515.
19. Cohen, S., Liewehr, F. (2002) Diagnostic procedures. In, Cohen S, Burns RC, eds. *Pathways of the Pulp*, 8th edn. St Louis, MO, CV Mosby, 12.
20. Tamse, A. (2006) Vertical root fractures in endodontically treated teeth, diagnostic signs and clinical management. *Endodontic Topics*. 13, 84–94.
21. Shemesh, H., Cristescu, R.C., Wesselink, P.R., Wu, M.K. (2011) The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations. *Journal of Endodontics*. 37,4,513-6.
22. Fuss, Z., Trope, M. (1996) Root perforations, classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endodontics and Dental Traumatology*. 12, 255–264.
23. Ng, Y.L., Mann, V., Gulabivala, K. (2011) A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment, part 1, periapical health. *International Endodontic Journal*. 44(7), 583-609.
24. Beavers, R.A., Bergenholtz, G., Cox, C.F. (1986) Periodontal wound healing following intentional root perforations in permanent teeth of *Macaca mulatta*. *International Endodontic Journal*, 19, 36–44.
25. Hartwell, G.R., England, M.C. (1993) Healing of furcation perforations in primate teeth after repair with decalcified freeze-dried bone, a longitudinal study. *Journal of Endodontics*. 19, 357–361.
26. Petersson, K., Hasselgren, G., Tronstad, L. (1985) Endodontic treatment of experimental root perforations in dog teeth. *Endodontics and Dental Traumatology*. 1, 22–28.
27. Sinai, I.H. (1977) Endodontic perforations, their prognosis and treatment. *The Journal of American Dental Association*. 95, 90–95.

28. Frank A.L. (1974) Resorption, perforations, and fractures. *Dental Clinics of North America*. 18, 465–487.
29. Lemon, R.R. (1992) Nonsurgical repair of perforation defects. Internal matrix concept. *Dental Clinics of North America*. 36, 439–457.
30. Himel, V.T., Brady, J. Jr., Weir, J. Jr. (1985) Evaluation of repair of mechanical perforations of the pulp chamber floor using biodegradable tricalcium phosphate or calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*. 11, 161–165.
31. Balla, R., LoMonaco, C.J., Skribner, J., Lin, L.M. (1991) Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxylapatite, amalgam, and Life. *Journal of Endodontics*. 17, 234–238
32. Lantz, B., Persson, P.A. (1970) Periodontal tissue reactions after surgical treatment of root perforations in dogs' teeth. A histologic study. *Odontologisk Revy*. 21, 51–62.
33. Seltzer, S., Sinai, I., August, D. (1970) Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *Journal of Dental Research*. 49, 332–339.
34. Benenati, F.W., Roane, J.B., Biggs, J.T., Simon, J.H. (1986) Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha. *Journal of Endodontics*. 12,161–166.
35. Kakani, A.K., Veeramachaneni, C., Majeti, C., Tummala, M., Khiyani, L. (2015) A Review on Perforation Repair Materials. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. Vol-9(9), 09-13.
36. Darvell, B.W., Wu R.C.T. (2011) “MTA”-An hydraulic silicate cement: Reviw update and setting reaction. *Dental Materials*. 27(5),407-422.
37. Camilleri, J. (2007) Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 40, 462–70.
38. Camilleri, J. (2008) Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 41, 408–17.
39. Coomaraswamy, K.S., Lumley, P.J., Hofmann, M.P. (2007) Effect of bismuth oxide radioopacifier content on the material properties of an endodontic Portland cement-based (MTA-like) system. *Journal of Endodontics* 33, 295–8.
40. Belío-Reyes, I.A., Bucio, L., Cruz-Chavez, E. (2009) Phase composition of ProRoot mineral trioxide aggregate by X-ray powder diffraction. *Journal of Endodontics*. 35, 875–8.
41. Gandolfi, M.G., Van Landuyt, K., Taddei, P., et al. (2010) Environmental scanning electron microscopy connected with energy dispersive x-ray analysis and Raman techniques to study ProRoot mineral trioxide aggregate and calcium silicate cements in wet conditions and in real time. *Journal of Endodontics*. 36, 851–7.

42. Komabayashi, T., Spångberg, L.S. (2008) Comparative analysis of the particle size and shape of commercially available mineral trioxide aggregates and Portland cement: a study with a flow particle image analyzer. *Journal of Endodontics*, 34, 94–8.
43. Camilleri, J., Montesin, F.E., Brady, K. (2005) The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dental Materials*. 21, 297–303.
44. Torabinejad, M., Hong, C.U., McDonald, F. (1995) Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *Journal of Endodontics*, 21, 349–53.
45. Chng, H.K., Islam, I., Yap, A.U. (2005) Properties of a new root–end filling material. *Journal of Endodontics*, 31, 665–8.
46. Islam, I., Chng, H.K., Yap, A.U. (2006) Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and portland cement. *Journal of Endodontics*, 32, 193–7.
47. Kogan, P., He, J., Glickman, G.N. (2006) The effects of various additives on setting properties of MTA. *Journal of Endodontics*, 32, 569–72.
48. Ding, S.J., Kao, C.T., Shie, M.Y. (2008) The physical and cytological properties of white MTA mixed with Na_2HPO_4 as an accelerant. *Journal of Endodontics*, 34, 748–51.
49. Huang, T.H., Shie, M.Y., Kao, C.T. (2008) The effect of setting accelerator on properties of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 34, 590–3.
50. Porter, M.L., Bertó, A., Primus, C.M., (2010) Physical and chemical properties of new-generation endodontic materials. *Journal of Endodontics*, 36, 524–8.
51. Walker, M.P., Diliberto, A., Lee, C. (2006) Effect of setting conditions on mineral trioxide aggregate flexural strength. *Journal of Endodontics*, 32, 334–6.
52. Budig, C.G., Eleazer, P.D. (2008) In vitro comparison of the setting of dry ProRoot MTA by moisture absorbed through the root. *Journal of Endodontics*, 34, 712–4.
53. Gancedo-Caravia, L., Garcia-Barbero, E. (2006) Influence of humidity and setting time on the push–out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *Journal of Endodontics*, 32, 894–6.
54. Gandolfi, M.G., Iacono, F., Agee, K. (2009) Setting time and expansion in different soaking media of experimental accelerated calcium-silicate cements and ProRoot MTA. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*. 108, e39–45.
55. Lee, Y.L., Lee, B.S., Lin, F.H. (2004) Effects of physiological environments on the hydration behavior of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials*. 25, 787–93.

56. Namazikhah, M. S., Nekoofar, M. H., Sheykhrezae, M. S. (2008) The effect of pH on surface hardness and microstructure of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 41, 108–16.
57. Tingey, M.C, Bush P, Levine, M.S. (2008) Analysis of mineral trioxide aggregate surface when set in the presence of fetal bovine serum. *Journal of Endodontics* 34, 45–9.
58. Kang, J. S., Rhim, E. M., Huh, S. Y. (2012) The effects of humidity and serum on the surface microhardness and morphology of five retrograde filling materials. *Scanning*, 34, 207–14.
59. Kim, Y., Kim, S., Shin, Y. S. (2012) Failure of setting of Mineral Trioxide Aggregate in the presence of fetal bovine serum and its prevention. *Journal of Endodontics*, 38, 536–40.
60. VanderWeele, R.A., Schwartz, S.A., Beeson, T.J. (2006) Effect of blood contamination on retention characteristics of MTA when mixed with different liquids. *Journal of Endodontics*, 32, 421–4.
61. Nekoofar, M.H., Stone, D.F., Dummer, P.M. (2010) The effect of blood contamination on the compressive strength and surface microstructure of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 43, 782–91.
62. Nekoofar, M. H., Davies, T. E., Stone, D. (2011) Microstructure and chemical analysis of blood-contaminated mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 44, 1011–8.
63. Aggarwal, V., Jain, A., Kabi, D. (2011) In vitro evaluation of effect of various endodontic solutions on selected physical properties of white mineral trioxide aggregate. *Australian Endodontic Journal* 37, 61–4.
64. Sarkar, N. K., Caicedo, R., Ritwik, P. (2005) Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics* 31, 97– 100.
65. Bozeman, T. B., Lemon, R. R., Eleazer, P. D. (2006) Elemental analysis of crystal precipitate from gray and white MTA. *Journal of Endodontics* 32, 425–8.
66. Reyes-Carmona, J. F., Felipe, M. S., Felipe, W. T. (2010) The biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement on dentin enhances the push-out strength. *Journal of Endodontics* 36, 286–91.
67. Tay, F. R., Pashley, D. H., Rueggeberg, F. A. (2007) Calcium phosphate phase transformation produced by the interaction of the Portland cement component of white mineral trioxide aggregate with a phosphate-containing fluid. *Journal of Endodontics*. 33, 1347–51.
68. Reyes-Carmona, J. F., Felipe, M. S., Felipe, W. T. (2009) Biomineralization ability and interaction of mineral trioxide aggregate and white portland cement with dentin in a phosphate-containing fluid. *Journal of Endodontics* 35, 731–6.

69. Han, L., Okiji, T., Okawa, S. (2010) Morphological and chemical analysis of different precipitates on mineral trioxide aggregate immersed in different fluids. *Dental Materials Journal*. 29, 512–7.
70. Gandolfi, M. G., Taddei, P., Tinti, A. (2010) Apatite-forming ability (bioactivity) of ProRoot MTA. *International Endodontic Journal*, 43, 917–29.
71. Santos, A.D., Moraes, J.C., Araujo, E.B. (2005) Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *International Endodontic Journal*, 38(7), 443–7.
72. Massi, S., Tanomaru-Filho, M., Silva, G. F. (2011) pH, calcium ion release, and setting time of an experimental mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. *Journal of Endodontics* 37(6), 844–6.
73. Danesh, G., Dammaschke, T., Gerth, H. U. (2006). A comparative study of selected properties of ProRoot mineral trioxide aggregate and two Portland cements. *International Endodontic Journal*, 39(3), 213–19.
74. Poggio, C., Lombardini, M., Alessandro, C. (2007) Solubility of root-end-filling materials: a comparative study. *Journal of Endodontics* 33(9), 1094–7.
75. Shie, M. Y., Huang, T. H., Kao, C. T. (2009) The effect of a physiologic solution pH on properties of white mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics* 35(1), 98–101.
76. Fridland, M., Rosado, R. (2005). MTA solubility: a long term study. *Journal of Endodontics* 31(5), 376–9.
77. Fridland, M., Rosado, R. (2003). Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *Journal of Endodontics* 29(12), 814–17.
78. Bortoluzzi, E. A., Broon, N. J., Bramante, C. M. (2006) Sealing ability of MTA and radiopaque Portland cement with or without calcium chloride for root-end filling. *Journal of Endodontics* 32(9), 897–900.
79. Özdemir, H.O., Özçelik, B., Karabucak, B., Çehreli, Z. C. (2008) Calcium ion diffusion from mineral trioxide aggregate through simulated root resorption defects. *Dental Traumatology* 24(1), 70–3.
80. Linsuwanont, P. (2003) MTA apexification combined with conventional root canal retreatment. *Australian Endodontic Journal*. 29(1), 45–9.
81. Midy, V., Dard, M., Hollande, E. (2001). Evaluation of the effect of three calcium phosphate powders on osteoblast cells. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 12(3), 259–65.
82. Bortoluzzi, E. A., Broon, N. J., Bramante, C. M. (2009) The influence of calcium chloride on the setting time, solubility, disintegration, and pH of mineral trioxide aggregate and white Portland cement with a radiopacifier. *Journal of Endodontics* 35(4), 550–4.

83. Hawley, M., Webb, T. D., Goodell, G. G. (2010) Effect of varying water-to-powder ratios on the setting expansion of white and gray mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics* 36(8), 1377–9.
84. Storm, B., Eichmiller, F. C., Tordik, P. A. (2008) Setting expansion of gray and white mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Journal of Endodontics* 34(1), 80–2.
85. Duarte, M. A. H, de Oliveira El Kadre, G. D., Vivan, R. R. (2009) Radiopacity of Portland cement associated with different radiopacifying agents. *Journal of Endodontics* 35(5), 737–40.
86. Cavenago, B. C., Pereira, T. C., Duarte, M. A. H. (2014) Influence of powder-to-water ratio on radiopacity, setting time, pH, calcium ion release and a micro-CT volumetric solubility of white mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal* 47, 120–6.
87. Camilleri J. (2009) Evaluation of selected properties of mineral trioxide aggregate sealer cement. *Journal of Endodontics*. 35(10),1412-7.
88. Holland, R., Mazuqueli, L., Souza, V., Murata, S.S., Dezan E., Suzuki P. (2007) Influence of the type of vehicle and limit of obturation on apical and periapical tissue response in dogs' teeth after root canal filling with mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*. 33, 693–697.
89. Duarte, M.A.H., Aguiar, K., Zeferino, M. A, Vivan, R. R. (2012) Evaluation of the propylene glycol association on some physical and chemical properties of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 45, 565–570.
90. Koh, E.T., Torabinejad, M., Pitt Ford, T.R. (1997) Cellular response to mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics* 24, 543–7.
91. Lee, S.J., Monsef, M., Torabinejad, M. (1993) Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *Journal of Endodontics* 19, 541–4.
92. Holland, R., Filho, J.A., de Souza, V. (2001) Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations. *Journal of Endodontics* 27, 281–4.
93. Holland, R., Bisco Ferreira, L., de Souza, V. (2007) Reaction of the lateral periodontium of dogs' teeth to contaminated and noncontaminated perforations filled with mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics* 33, 1192–7.
94. Al-Daafas, A., Al-Nazhan, S. (2007) Histological evaluation of contaminated furcal perforation in dogs' teeth repaired by MTA with or without internal matrix. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*. 103, e92–9.
95. Vladimirov, S.B., Stamatova, I.V., Atanasova, P.K. (2007) Early results of the use of ProRoot MT and Titan cement for furcation perforation repair: a comparative experimental study. *Folia Medica. (Plovdiv)* 49, 70–4.

96. Yıldırım, T., Gençoğlu, N., Fırat, I. (2005) Histologic study of furcation perforation treated with MTA or Super EBA in dogs' teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*. 100, 120–4.
97. Juárez Broon, N., Bramante, C.M., de Assis, G.F. (2006) Healing of root perforations treated with Mineral Trioxide Aggregate (MTA) and Portland cement. *Journal of Applied Oral Science*. 14, 305–11.
98. Katsamakidis, S., Slot, D.E., Van der Sluis, L.W.M., Van der Weijden, F. (2013) Histological responses of the periodontium to MTA: a systematic review. *Journal of Clinical Periodontology*. 40, 334–344.
99. Main, C., Mirzayan, N., Shabahang, S. (2004) Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. *Journal of Endodontics* 30, 80–3.
100. Yıldırım, G., Dalcı, K. (2006) Treatment of lateral root perforation with mineral trioxide aggregate: a case report. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 102(5), e55-8.
101. Mente, J., Hage, N., Pfefferle, T. (2010) Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: repair of root perforations. *Journal of Endodontics* 36, 208–13.
102. Siew, K., Lee, A.H.C., Cheung, G.S.P. (2015) Treatment Outcome of Repaired Root Perforation: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Endodontics*. 41, 1795–1804.
103. Ree, M., Schwartz, R. (2012) Management of Perforations: Four Cases from Two Private Practices with Medium- to Long-term Recalls. *Journal of Endodontics*. 38, 1422–1427.
104. Krupp, C., Bargholz, C., Brusehaber, M., Hulsmann, H. (2013) Treatment Outcome after Repair of Root Perforations with Mineral Trioxide Aggregate: A Retrospective Evaluation of 90 Teeth. *Journal of Endodontics*. 39, 1364–1368.
105. Pontius, V., Pontius, O., Braun, A. (2013) Retrospective evaluation of perforation repairs in 6 private practices. *Journal of Endodontics*. 39, 1346–58.
106. Castellucci, A., Papaleoni, M. The MAP System, A perfect carrier for MTA in clinical and surgical endodontics Roots. *International Magazine of Endodontology*. Vol. 5. Issue 3/2009.
107. Plotino, G., Pameijer, C.H., Grande, N., Somma, F. (2007) Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *Journal of Endodontics*. 33, 81–95
108. Kim, U.S., Shin, S.J., Chang, S.W., Yoo, H.M., Oh, T.S, Park, D.S. (2009) In vitro evaluation of bacterial leakage resistance of an ultrasonically placed mineral trioxide aggregate orthograde apical plug in teeth with wide open apices: a preliminary study. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 107(4), e52-6.
109. Parashos, P., Phoon, A., Sathorn, C. (2014) Effect of ultrasonication on physical properties of mineral trioxide aggregate. *Biomed Research International*, 191984.

110. Yeung, P., Liewehr, F. R., Moon, P. C. (2006) A quantitative comparison of the fill density of MTA produced by two placement techniques. *Journal of Endodontics*, 32(5), 456–459.
111. Friedl, C.C., Williamson, A.E., Dawson, D.V., Gomez, M.R., Liu, W. (2016) Comparison of Mechanical and Indirect Ultrasonic Placement Technique on Mineral Trioxide Aggregate Retrofill Density in Simulated Root-end Surgery. *Journal of Endodontics*. 42(4),650-3.
112. Ruddle, C.J. (2004) Nonsurgical endodontic retreatment. *Journal of the California Dental Association*. 32, 474–84.
113. Kanter, V., Weldon, E., Nair, U., Varella, C., Kanter, K., Anusavice, K., Pileggi, R. (2011) A quantitative and qualitative analysis of ultrasonic versus sonic endodontic systems on canal cleanliness and obturation. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 112(6),809-13.
114. Nikhil, V., Singh, R. (2013) Confocal laser scanning microscopic investigation of ultrasonic, sonic, and rotary sealer placement techniques. *Journal of Conservative Dentistry*. 16(4),294-9.
115. Bernabe, P.F.E., Gomes-Filho, J.E., Bernabé, D.G., Nery, M..J., Otoboni-Filho, J.A., Dezan-Jr, E., Cintra, L.T.A. (2013) Sealing Ability of MTA Used as a Root End Filling Material, Effect of the Sonic and Ultrasonic Condensation. *Brazilian Dental Journal*, 24(2).
116. Ríos, T.A.T., Pérez, G.G., Fernández, M.L., Villagómez M.O. (2011) Endodontic procedure accidents. Case report. *Revista Odontológica Mexicana*. 15(3), 183-188.
117. Narang, I., Mishra, N., Singh, K. Single-visit endodontic management of iatrogenic supracrestal root perforation associated with dual sinus using MTA and collagen. *International Journal of Oral Health Sciences*. Vol 3, Issue 2
118. Almeida, J. F. A., Gomes, B. P., Ferraz, R., Zaia, A. A. (2007) Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *International Endodontic Journal*, 40, 692–699.
119. Emmanuel, J., Herrera E.R., Eduardo J., Souza-Júnior E. (2013) Influence of irrigation and obturation techniques on artificial lateral root canal filling capacity. *Acta Odontologica Latinoamericana*. Vol. 26, 112-11.
120. Souza, M. A., Cecchin, D., Farina, A. P., Menin, M.L.F., Ghisi, A.C., Barbizam, B. (2012) In vitro evaluation of filling of lateral root canals with different filling materials by using digital radiography. *Revista Odonto Ciencia*. 27(1),64-6.
121. Arora, S., Hegde, V. (2014) Comparative evaluation of a novel smartseal obturating system and its homogeneity of using cone beam computed tomography: In vitro simulated lateral canal study. *Journal of Conservative Dentistry*. 17, 364-368.

122. Shahi, S., Rahimi, S., Hasan, M., Shiezadeh, V., Abdolrahimi, M. (2009) Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement for furcal perforation repair: a protein leakage study. *Journal of Oral Science*. 51(4),601-6.
123. Coneglian, P.Z., Orosco, F.A., Bramante, C.M., de Moraes, I.G., Garcia, R.B., Bernardineli, N. (2007) In vitro sealing ability of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) and white Portland cement used as apical plugs. *Journal of Applied Oral Science*. (3),181-5.
124. Şen, B.H., Wesselink, P.R., Türkün, M. (1995) The smear layer: A phenomenon in root canal therapy. *International Endodontic Journal*, 28,141.
125. Gettleman, B.H., Messer, H.H., ElDeeb, M.E. (1991) Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *Journal of Endodontics*. 17(1),15-20.
126. Gutmann, J.L. (1993) Adaptation of injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of the dentinal smear layer. *International Endodontic Journal*, 26(2),87-92.
127. Economides, N., Liolios, E., Kolokuris, İ., Beltes, P. (1999). Long-term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. *Journal of Endodontics*, 25(2), 123-125.
128. Gogos, C., Economides, N., Stavrianos, C., Kolokouris, I. (2004) Adhesion of a New Methacrylate Resin-Based Sealer to Human Dentin. *Journal of Endodontics*, 30(4), 238-240.
129. Pallarés, A., Faus, V., Glickman, G.N. (1995) The adaptation of mechanically softened gutta-percha to the canal walls in the presence or absence of smear layer: a scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal*, 28(5),266-9.
130. Kouvas, V., Liolios, E., Vassiliadis, L., Parissis-Messimeris, S., Boutsioukis, A. (1998) Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: an SEM study. *Endodontics and Dental Traumatology*. 14(4),191-5.
131. White, R.R., Goldman, M., Lin, P.S. (1984) The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *Journal of Endodontics*. 10(12),558-62.
132. Oraie, E., Ghassemi, A.R., Eliasifar, G., Sadeghi, M., Shahravan, A. (2012) Apical Sealing Ability of MTA in Different Liquid to Powder Ratios and Packing Methods. *Iranian Endodontic Journal*. 7(1),5-9.
133. Brito-Júnior, M., Viana, F.A., Pereira, R.D., Nobre, A.M., Soares, J.A., Camilo, C.C., Faria-e-Silva, F.A. (2010) Sealing ability of MTA angelus with propylene glycol in furcal perforations. *Acta Odontologica Latinoamericana*. 23, 124-128.

134. Bagis, B., Turkaslan, S., Vallittu, P.K., Lassila, L.V. (2009) Effect of high frequency ultrasonic agitation on the bond strength of self-etching adhesives. *Journal of Adhesive Dentistry*, 11,369-374.
135. Shahid, S., Billington, R.W., Hill, R.G., Pearson, G.J. (2010) The effect of ultrasound on the setting reaction of zinc polycarboxylate cements. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 21,2901-2905.
136. Gorseta, K., Glavina, D., Skrinjaric, I. (2012) Influence of ultrasonic excitation and heat application on the microleakage of glass ionomer cements. *Australian Dental Journal*. 57,453-457.
137. Moshaverinia, A., Ansari, S., Moshaverinia, M., Schricker, S.R., Chee, W.W. (2011) Ultrasonically set novel NVC-containing glass-ionomer cements for applications in restorative dentistry. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 22,2029-2034.
138. Coldebella, C.R., Santos-Pinto, L., Zuanon, A.C. (2011) Effect of ultrasonic excitation on the porosity of glass ionomer cement: a scanning electron microscope evaluation. *Microscopic Research and Technique*, 74,54-57.
139. Deitch, A.K., Liewehr, F.R., West, L.A., William, R., Patton, W.R. (2002) A comparison of fill density obtained by supplementing cold lateral condensation with ultrasonic condensation. *Journal of Endodontics*, 28,665–7.
140. Bailey, G.C., Cunnington, S.A., Ng, Y-L., Gulabivala, K., Setchell, D.J. (2004) Ultrasonic condensation of gutta-percha: the effect of power setting and activation time on temperature rise at the root surface—an in vitro study. *International Endodontic Journal*, 37,447–54.
141. Bailey, G.C., Ng, Y-L., Cunnington, S.A., Barber, P., Gulabivala, K., Setchell, D.J. (2004) Root canal obturation by ultrasonic condensation of gutta-percha. Part II: An in vitro investigation of the quality of obturation. *International Endodontic Journal*. 37,694–8.
142. Kim, S., Kratchman, S., (2006) Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *Journal of Endodontics*. 32(7),601-23.
143. Basturk, F.B., Nekoofar, M.H., Gunday, M., Dummer, P.M. (2014) Effect of various mixing and placement techniques on the flexural strength and porosity of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*. 40(3),441-5
144. Basturk, F.B, Nekoofar, F.M., Gunday, M. (2013) The effect of various mixing and placement techniques on the compressive strength of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics* 39, 111–14.
145. Nekoofar, M.H., Aseeley, Z., Dummer, P.M. (2010) The effect of various mixing techniques on the surface microhardness of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*. 43(4),312-20.

146. Shahi, S., Rahimi, S., Yavari, H.R. (2015) The Effect of Different Mixing Methods on the Flow Rate and Compressive Strength of Mineral Trioxide Aggregate and Calcium-Enriched Mixture. *Iranian Endodontic Journal*, 10(1), 55-58.
147. El-Ma'aita, A.M., Qualtrough, A.J.E., Watts, D.C. (2012) A Micro-Computed Tomography Evaluation of Mineral Trioxide Aggregate Root Canal Fillings. *Journal of Endodontics*. 38(5).
148. Gorduysus, M., Avcu, N. (2009) Evaluation of the radiopacity of different root canal sealers. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 108, e135–e140.
149. Kersten, H.W., Wesselink, P.R., Thoden van Velzen, S.K. (1987) The diagnostic reliability of the buccal radiograph root canal filling. *International Endodontic Journal*, 20,20–24.
150. Van der Sluis, L.W.M., Wu, M.K., Wesselink, P.R. (2005) An evaluation of the quality of root fillings in mandibular incisors and maxillary and mandibular canines using different methodologies. *Journal of Dentistry*. 33,683–688.
151. Chugal, N.M., Clive, J.M., Spångberg, .LS. (2003) Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 96,81–90.
152. Molven, O., Halse, A., Fristad, I. (2002) Long-term reliability and observer comparisons in the radiographic diagnosis of periapical disease. *International Endodontic Journal*, 35,142–147.
153. Sjögren, U., Hagglund, B., Sundqvist, G., Wing, K. (1990) Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of Endodontics*. 16,498–504.
154. Beyer-Olsen, E.M., Ørstavik, D. (1981) Radiopacity of root canal sealers. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 51,320–328.
155. Gambarini, G., Testarelli, L., Pongione, G., Gerosa, R., Gagliani, M. (2006) Radiographic and rheological properties of a new endodontic sealer. *Australian Endodontic Journal*. 32,31–34.
156. National Standards Institute. *American Dental Association*. Specification no. 57: Endodontic sealing materials. Chicago: ANSI/ADA; 2000.
157. Bodanezi, A., Munhoz, E.A., Capeloza, A.L.A. (2012) Influence of root canal sealer on the radiographic appearance of filling voids in maxillary single-rooted teeth. *Journal of Applied Oral Science*. 20(4), 404–409.
158. Sogur, E., Baksı, B.G, Grondahl, H.G.. (2007) Imaging of root canal fillings: a comparison of subjective image quality between limited conebeam CT, storage phosphor and film radiography. *International Endodontic Journal*, 40, 179–185.

EKLER

Ek-1. Etik Kurul Onayı

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



Konu : Etik Kurul Hk.
Sayı : 36290600/62

30-06-2016

Sayın Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM
G.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM tarafından gönderilen "Lateral Perforasyonların Mineral Trioxide Aggregate ile Tıkanmasında Farklı Yöntemlerin Etkinliği" konulu çalışma, Etik Kurulumuz tarafından incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur.
Bilgilerinizi saygılarımla rica ederim.

Prof. Dr. Murat AKKAYA
Ankara Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurul
Başkanı

Eki: 3 sayfa

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SALMANOV Elshad
 Uyuğu : Azerbaycn
 Doğum tarihi ve yeri : 17.07.1986 Kürdemir, Azerbaycan
 Medeni hali : Evli
 Telefon : +905533099440
 e-mail : elshadsalman@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	2016
Lisans	Azerbaycan Tıp Üniversitesi	2010
Lise	Bakü Türk Anadolu Lisesi	2005

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2010-2011	G.Ü. Diş Hekimliği Fak. Endodonti A.D.	Doktora öğr.
2013-Devam ediyor	G.Ü. Diş Hekimliği Fak. Endodonti A.D.	Doktora öğr.

Yabancı Dil

İngilizce, Rusça, Türkçe

Yayınlar

Türk endodonti derneği 12. Uluslararası kongresi. Case report/Poster: Microendodontic and surgical treatment of internal resorption cases. (İstanbul, 14.05.2014)



GAZİ GELECEKTİR...

