

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**RETROGRAD DOLGU MATERYALİ OLARAK KULLANILAN
FARKLI TİPTEKİ CAM İYONOMER SİMANLARIN
BİLGİSAYARLI SIVI FİLTASYON YÖNTEMİ İLE
KARŞILAŞTIRMALI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Fuat AHMETOĞLU

**Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. K. Meltem ÇOLAK TOPÇU**

**Doktora Tezi
Erzurum-2009**

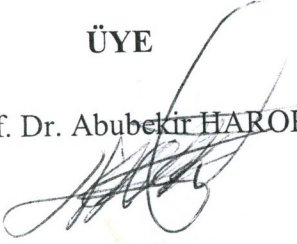
DOKTORA TEZ SAVUNMA SINAVI TUTANAĞI

Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Endodonti** Anabilim Dalı Doktora öğrencilerinden **Fuat AHMETOĞLU'nun "Doktora Tezini İncelemek ve Tez Savunma Sınavı"**nı yapmak üzere; Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 20.02.2009 gün ve "2009.2.1." nolu kararıyla oluşturulan jürimiz, adı geçen öğrencinin Yrd. Doç. Dr. K. Meltem (ÇOLAK) TOPÇU'nun yönetiminde hazırlamış olduğu "**Retrograt Dolgu Materyali Olarak kullanılan Farklı tipteki Cam İyonomer Simanların Bilgisayarlı sıvı Fitrasyonu Yöntemi İle karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi**" konulu "Tez"ini incelemiş ve adayı 26.02.2009 Perşembe günü saat 10.00-12.00 arasında "Tez Savunma Sınavı"na tabi tutmuştur.

Sınav sonunda adayın*başarılı*..... olduğuna ve Tezinin*kabülüne* oy birliği ile karar verilmiştir.

ÜYE

Prof. Dr. Abubekir HARORLI



ÜYE

Prof. Dr. Mustafa KÖSEOĞLU



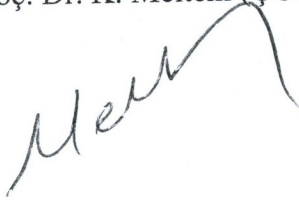
ÜYE

Prof. Dr. M. Kemal ÇALIŞKAN



ÜYE

Yrd. Doç. Dr. K. Meltem (ÇOLAK) TOPÇU



ÜYE

Yrd. Doç. Dr. M. Sinan EVCİL



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	.....	II
ÖZET	.....	III
SUMMARY	.....	V
GİRİŞ VE AMAÇ	.....	1
GENEL BİLGİLER	.....	3
MATERYAL VE METOD	.....	39
BULGULAR	.....	52
TARTIŞMA	.....	57
SONUÇLAR	.....	69
KAYNAKLAR	.....	70

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince yardım, destek ve deneyimlerini esirgemeyen; değerli fikir ve yorumları ile tezimin her aşamasında beni aydınlatan tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. K. Meltem ÇOLAK TOPÇU'ya.

Tezimin hazırlanması süresince deneyimlerinden istifade ettiğim tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Mustafa KÖSEOĞLU ve Prof. Dr. Abubekir HARORLI'ya,

Sıvı filtrasyon deneyi yapımı aşamasında tecrübelerini benimle paylaşan Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Öğretim Üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Hasan ORUÇOĞLU ve Araş. Gör. Dt. Cihan YILDIRIM'a,

Eşsiz sabır gösteren ve doktora çalışmam boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen Sevgili Aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Araş. Gör. Dt. Fuat AHMETOĞLU

ÖZET**Retograd dolgu materyali olarak kullanılan farklı tipteki cam iyonomer simanların bilgisayarlı sıvı filtrasyon yöntemi ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi**

Modern endodontik tedavi, kök kanal sisteminden tüm organik ve inorganik materyalleri uzaklaştırmak için iyi bir temizleme ve şekillendirme yapmak ve sonrasında bu sistemi kalıcı olacak şekilde sızıntıya izin vermeyen ideal bir dolgu maddesiyle üç boyutlu olarak doldurmayı hedeflemektedir. Fakat her zaman bu tedavi yaklaşımı mümkün olmayabilir. Karşılaşılan problem endodontik tedavinin tekrarlanmasıyla geçmiyor veya endodontik tedavi uygulamasına olanak sağlamıyorsa endodontik cerrahiye başvurulur. Uygulanan endodontik cerrahi işleminin başarılı olabilmesi retrograd dolgunun sızdırmazlığının çok iyi olması ile direk ilişkilidir.

Günümüze kadar retrograd dolgu materyali olarak pek çok madde kullanılmıştır. Bunlardan biri de cam iyonomer simandır. Cam iyonomer simanın 3 sınıf altında toplanan çok sayıda farklı kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip tipleri bulunmaktadır. Çalışmamızda, bu cam iyonomer siman tiplerinin retrograd dolgu maddesi olarak kullanıldığında apikal sızdırmazlıkları yönünden karşılaştırılması ve ideal olanının bulunarak bundan sonraki çalışmalara yardımcı olmak amaçlanmıştır.

Bu amaçla çalışmamızda çeşitli nedenlerle çekilmiş, hacimsel olarak çalışma şartlarına ve birbirlerine göre uygun boyutlarda olan alt ve üst çene kanin dişlerini içeren 111 adet insan dişi kullanıldı. Dişler temizlendikten sonra kronları, mine-sement sınırı rehber alınarak düşük hızlı bir elmas separe ile su soğutması altında kesildi. Elde edilen köklerin her biri belirli bir standartta çalışma boylarına sadık kalınarak Hero 642 sistemi kullanılarak üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda

crown-down tekniği ile Şekillendirildi ve lateral kondansasyon tekniği ile gutta perka kullanılarak dolduruldu. Hazır hale getirilen köklerin apikal kısımlarından 3 mm ve dişin uzun eksenine göre bucco-lingual yönde 0-10 derece açı yapacak Şekilde tersine konik elmas frezle yüksek devirde, su soğutması altında kesildi. Daha sonra tüm örnekler #2 nolu elik ront frez yardımıyla, köklerin apikal rezeksiyon yapılmış yüzeylerinde 3 mm derinliğinde retrograd kaviteler hazırlanarak son Şekilleri verildi ve doldurulmak üzere serum fizyolojik içerisinde beklemeye alındı. Hazırlanan rnekler, rastgele seçilen ve her biri 15 dişten oluşan 7 deneme grubuna ve 3'er dişten oluşan pozitif ve negatif gruplarına ayrıldı. Grup I retrograd kaviteler Ionofil ile, Grup II retrograd kaviteler Ketac Molar Quick Aplicap ile, Grup III retrograd kaviteler Argion Molar AC ile, Grup IV retrograd kaviteler Photac Fil Quick Aplicap ile, Grup V retrograd kaviteler Fuji II LC Capsule ile, Grup VI retrograd kaviteler Dyract Extra ile Grup VII retrograd kaviteler ise Glasiosite Caps ile üretici firmaların tavsiyeleri doğrultusunda dolduruldu. Test edilmeye hazır hale getirilen örneklerin apikal sızdırmazlığı bilgisayar destekli sıvı filtrasyon metodu ile ölçülerek değerlendirildi.

Sıvı filtrasyon tekniği kullanılarak elde edilen ortalama değerler, apikal mikrosızıntının değerlendirilmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testine tabi tutuldu. Değerlendirme sonucunda dolgu materyalleri arasında farklılıkların bulunduğu ve bu farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde olduğu görüldü ($F=13,970$; $p \leq 0,05$). Tespit edilen farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun belirlenmesi için Post Hoc Tukey HSD test metodu kullanıldı.

Gruplar arasında en az sızıntı değerini desteklenmiş geleneksel cam iyonomer siman olan Argion Molar AC gösterirken en fazla sızıntı değerini geleneksel cam iyonomer siman olan Ketac Molar Quick Aplicap gösterdi ($p \leq 0,05$).

SUMMARY

A comparative evaluation of different types of glass ionomer cements as retrograde filling materials with computerized fluid filtration method

Modern endodontic treatment aims at thorough cleaning and shaping for complete removal of all organic and inorganic materials at the root canal system and subsequently, at three-dimensional filling of the system permanently with an ideal filling material that does not allow any leakage. However, this treatment approach may not always be possible. If the problem persists despite repeated endodontic treatment or in cases where endodontic treatment is not feasible, endodontic surgery is undertaken. The success of an endodontic surgical procedure is directly correlated with high sealing performance of retrograde filling material.

Several substances have so far been used as retrograde filling materials, one of which being glass ionomer cement. There are numerous types of glass ionomer cement with different chemical and physical properties categorized under class 3. Our study aimed to compare these glass ionomer cement types in terms of their apical sealing ability when they are used as retrograde filling materials to find the ideal filling material and thus, assist further studies.

With this aim in mind, our study used 111 upper and lower canine human teeth that had been extracted for various reasons and were volumetrically appropriate for the conditions of the study and in sizes compatible with each other. After the teeth were cleaned, their crowns were removed at the enamel-cement junction using a low-speed diamond saw under water cooling. Each obtained root was shaped by crown-down

technique at a certain standard by adhering to the study lengths and using Hero 642 system in line with the manufacturer's instructions and filled by the lateral condensation technique using gutta-percha. 3 millimeters from the apical segments of the prepared roots were removed at a 0-10 degree angle to the long axis of the tooth in the buccolingual direction using a high-speed inverted-cone diamond bur under water cooling. All samples were then given their final shape by preparing retrograde cavities of 3 mm in depth at apically resected root surfaces using steel round bur no #2 and were placed in saline solution before filling. The prepared samples were randomized into seven experiment groups, each containing 15 teeth, and positive and negative groups, each containing three teeth. Group I retrograde cavities were filled with Ionofil, Group II retrograde cavities with Ketac Molar Quick Aplicap, Group III retrograde cavities with Argion Molar AC, Group IV retrograde cavities with Photac Fil Quick Aplicap, Group V retrograde cavities with Fuji II LC Capsule, Group VI retrograde cavities with Dyract Extra, and Group VII retrograde cavities with Glasiosite Caps, in line with the manufacturers' instructions. Apical sealing ability of the samples to be tested was assessed by the method of computer-assisted liquid filtration.

One-way variance analysis (ANOVA) test was performed on the mean values obtained by the liquid filtration technique so as to evaluate apical microleakage. Evaluation showed that there were statistically significant differences among filling materials ($F=13.970$; $p \leq 0.05$). A post-hoc Tukey HSD test was performed to determine among which groups the differences existed.

Among the groups, the lowest leakage value was exhibited by Argion Molar AC, a reinforced traditional glass ionomer cement, while the highest leakage value belonged to Ketac Molar Quick, a traditional glass ionomer cement ($p \leq 0.05$).

GİRİŞ VE AMAÇ

Endodontik tedavi ile kök kanal sisteminden tüm organik ve inorganik materyalleri uzaklaştırmak için iyi bir temizleme ve şekillendirme yapmak ve sonrasında bu sistemi kalıcı olacak şekilde sızıntıya izin vermeyen ideal bir dolgu maddesiyle üç boyutlu olarak doldurmak amaçlanmaktadır. Bu tıkaçlama özellikle apikal foramende eksiksiz olmalıdır. Aksi halde kök kanal dolgu maddesinin sızıntıya yol açıyor olması veya kök kanal dentini ile bağlantısının yetersiz olması yapılan tedavinin uzun süre başarı ile devam etmesini olumsuz yönde etkilemektedir.^{1,2}

İyi bir tıkaçlama yapılmış geleneksel endodontik tedavide başarı oranı ortalama %90-95 oranında olduğu tespit edilmiştir.^{3,4} Bazen kök kanal sisteminin karmaşık yapıda olması ve mevcut alet ve teknikler kullanılarak kanalların tamamen temizlenip şekillendirilememesi nedeniyle ideal bir tıkama sağlanamayabilir. Böyle bir durumda öncelikle endodontik tedavinin yenilenmesi gerekir. Yeniden tedavi olanaksız veya başarısız olursa periapikal patolojiye neden olan odağın ortamdaki uzaklaştırılması için endodontik cerrahiye başvurulur.⁵⁻⁷ Endodontik cerrahideki başarısızlığa neden olan en önemli etkenler yetersiz apikal tıkama ve kullanılan retrograd dolgu materyalinin özelliklerindeki eksiklikler sonucu oluşan apikal sızıntı olarak belirtilmiştir.^{8,9}

Retrograd dolgu maddesinin yerleştirilmesinin amacı kök kanalındaki potansiyel irritanların periradiküler dokulara sızmasını engelleyen tıkamayı sağlamaktır. Diş hekimliğinde geçmişten günümüze kadar retrograd dolgu materyali olarak çeşitli maddeler kullanılmıştır. Amalgam, cam iyonomer siman, kompozit, çinko oksit öjenol, IRM, Super EBA, MTA, polikarboksilat siman, diaket, kavite, gutta-perka ve altın yaprak bu maddeler arasında sayılabilir.¹⁰⁻¹⁶ Bunların birbirlerine göre birçok avantaj ve dezavantajları vardır. Bu maddeler arasında ilk defa 1970'li yıllarda literatürlere giren

cam iyonomer simanlar, zamanla geliştirilmiş ve ideal dolgu materyali olma yolunda önemli eksiklikleri giderilmiştir.^{17,18}

Retrograd dolgu yapılmış bir diş ile ilgili olan mikrosızıntı, mikroorganizmaların ve/veya doku sıvılarının ya retrograd dolgu materyali ile dentin duvarları arasından ya da dolgu materyalinin kendi içerisinde hareketidir.¹⁹ Bu bakımdan retrograd dolgu materyallerinin özellikleri önem arz etmektedir.

Retrograd dolgu materyallerinin apikal sızıntılarını belirlemek için boya sızıntı yöntemi, elektrokimyasal sızıntı yöntemi, otoradyografi yöntemi, bakteriyel sızıntı yöntemi, insan serum sızıntı yöntemi ve sıvı filtrasyon yöntemi gibi birçok teknik kullanılmaktadır. Bu tekniklerin bir kısmı sübjektif olmakla birlikte son zamanlarda tanıtilen ve endodontiye adapte edilen sıvı filtrasyon tekniği ile daha objektif rakamsal veriler elde etmek mümkün olmakta ve gerçeğe daha yakın bir apikal mikrosızıntı tespit edilebilmektedir.²⁰⁻²⁶

Çalışmamızın amacı, 3 sınıf altında toplanan cam iyonomer simanlardan retrograd dolgu materyali olarak kullanılabilir olan 7 farklı tipinin apikal sızıntılarını sıvı filtrasyon tekniği kullanılarak karşılaştırılmalı olarak incelenmek ve bu sayede cam iyonomer simanlar arasındaki en ideal retrograd dolgu materyali belirleyerek bu materyallerin endodontik cerrahideki klinik kullanımlarına yönelik çalışmalara katkıda bulunmaktır.

GENEL BİLGİLER

Diş hekimliğinde endodontiye yönelik ilk çalışmalar 1530'lu yıllara dayanmaktadır. Bu çalışmalar on dokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru hızlanmıştır. 1970'li yıllara kadar endodontik tedavide eski uygulamaların etkileri sürmüştür, ancak bu yıllardan sonra büyük değişimler olmuştur. Yirminci asrın başlarında radyografilerin diş hekimliğinde kullanılması kanal tedavilerinde kolaylık sağlamıştır ve bunun sonucu olarak da endodontik çalışmaların daha ileri safhalara geçişi başlamıştır.²⁷

Bu bilgiler ışığında endodontik tedavilerde kullanılan alet, malzeme ve tekniklerde çok hızlı gelişmeler görülmüştür. Ancak temel endodontik tedavi prensiplerinde belirgin bir değişiklik olmamıştır. Modern endodontide, başarılı bir endodontik tedavinin en önemli safhaları kök kanallarının boşaltılıp şekillendirilmesi, dezenfeksiyonu ve doldurulması olarak belirlenmiştir.²⁸ Kök kanal sisteminin doldurulması olan üçüncü evrede amaç bakteriyel rekontaminasyonu engellemek için kök kanallarının üç boyutlu olarak doldurulmasıdır.²⁹ İstenilen bu işlemler her zaman mümkün olamamaktadır. Kök kanallarının ortograd yolla tedavisini mümkün olmadığı ya da çoğunlukla geleneksel endodontik tedaviler esnasındaki komplikasyonlar sonucu yetersizliğin olduğu durumlarda, kök kanalını tıkamanın bir yolu da endodontik cerrahi işlem içerisinde küretajı takiben kök ucunun kesilmesi ve kesilen yüzeyde kavite hazırlanarak ideal bir dolgu materyali ile tıkaçlamaktır.⁷

Endodontik cerrahi ilk kez 1500 yıl önce Yunanlı Aetius'un akut apikal apseyi bir bıçak ile insize etmesiyle başlamıştır.³⁰ Günümüz modern diş hekimliğinde kullanılan periapikal cerrahi ise ilk kez 1884 yılında Farrar³¹ ve 1897 yılında Ash ve Rhein³² tarafından alveolar apselerin tedavisi için tanımlanmıştır. Retrograd dolgunun uygulandığı apikal cerrahi ise ilk kez Amerika'da 1915 yılında Dr.Ottesen tarafından

yapıldığı Friedman³³ tarafından belirtilmiştir. Bunu izleyen yıllarda daha çok periapikal cerrahinin endikasyonları ve cerrahi prensipleri ile ilgilenilmiştir. Periapikal cerrahi genel olarak;

- Enfekte ve rezorbe olmuş kök apeksinin uzaklaştırılması,
- Enfekte ve enflame dokuların basit küretajı,
- Rezeke edilmiş kök ucunda apikal kavite hazırlanması,
- Kök kanal sistemi ile periapikal dokular arasındaki geçişi önlemek için retrograd

dolgu yapılması aşamalarını içerir.³⁴

Endodontik cerrahinin hangi durumlarda uygulamak gerektiğini belirleyebilmek için endikasyon ve kontrendikasyonlarının bilinmesi gerekir.

Periapikal Cerrahinin Endike Olduğu Durumlar

Periapikal cerrahi aşağıda belirtilen durumlarda uygulanabilir.³⁵

- 1- Kalsifiye kanallar
- 2- Kanal tedavisi sırasındaki başarısızlıklar
 - a- Kökte konservatif yöntemle iyileşmeyen perforasyonlar
 - b- Apikalden taşan alet kırılması
 - c- Aşılamayan basamak oluşumu
 - d- Taşkın genişletme sonucu apikal yapının bozulması
 - e- Semptomatik taşkın dolgu
- 3- Periapikal patolojinin tipi (Kist-granülom)
- 4- Biyopsi
- 5- İyileşmeyen kök kırığı
- 6- Yenilenen kanal tedavisinin başarısızlığı
- 7- Anker ve köprü varlığı

1- Kalsifiye kanallar:

Genellikle travma sonucu koronal ve kök pulpasında oluşan kalsifik dejenerasyon kök kanalının parsiyel veya total olarak tıkanmasına neden olabilir.^{36,37} Özellikle total kök kanalı kalsifikasyonlarında kök kanalını açma girişimleri dışın genel direncini azaltacağı ve perforasyonların oluşumuna neden olacağı için kök kanal tedavisinden kaçınılmalıdır.²⁹ Eğer dişte endodontik tedavi endikasyonunu gerektirecek bir durum var ama ortograd kanal tedavisi ile apikal foramene ulaşip kanal tedavisi yapma olasılığı yoksa cerrahi girişim ile hazırlanan apikal uça retrograd dolgu yerleştirilerek iyi bir tıkaçlama sağlanır.⁵

2- Kanal tedavisi sırasındaki başarısızlıklar:

a- Kök perforasyonları: Kök perforasyonları, kanal dolgusu yapılma öncesindeki girişimler esnasında oluşabilir. Perforasyonun yerine göre tedaviye yön verilmelidir. Perforasyon apikal bölgede ise ilk düşünülmesi gereken tedavi yaklaşımı restoratif olmalıdır. Perfore olmuş sahaya kalsiyum hidroksit gibi kemik oluşumunu stimüle eden ilaçlar uygulanır.³⁸ Eğer yaptığımız bu işlem başarısız olur ve enfeksiyon gelişirse veya perforasyon sahası orta yada apikal bölgeden olmuşsa tedavi şeklimiz endodontik cerrahiye gerektirir. Perforasyon bölgesi apekse ne derece yakınsa başarı o oranda artmaktadır.^{39,40}

b- Apikalden taşan aletin kırılması: Kök kanallarını şekillendirmek ve genişletmek için kullanılan aletler, her ne kadar yapısal olarak güçlendirilmiş ve kırılmalara karşı direnci arttırılmış olsa bile dikkatsiz çalışma sonucunda ve kökün herhangi bir yerinde kırılabilirler. Kanal boyu iyi hesaplanmadan genişletmeğe başlanırsa, alet foramen apikalenin dışında da kırılabilir. Apikal dışına taşan alet kırığının bulunduğu vakalarda öncelikle kanal yoluyla kırık parça çıkarılmaya çalışılır. Eğer bu tedavi başarısızlıkla sonuçlanıyorsa yapılması gereken cerrahi girişimdir.^{5,41}

Apikal bölgeden taşmış olan kanal aleti uzaklaştırılmazsa ve eğer kanalın temizlenmemiş olan bu bölümü enfeksiyona zemin hazırlama riski taşıyorsa cerrahi olarak uzaklaştırılması gerekmektedir.⁴²

c- Aşılamaayan basamak oluşumu: Özellikle aşırı eğimli kanallarda genişletilme esnasında egeleme prensiplerinin takip edilmediği pek çok olguda basamak oluşur ve bu oluşum apikale ulaşmayı engeller³⁵ ve dolayısıyla endodontik tedavinin başarısızlığına neden olur. Tedavi öncesi periapikalde radyölüsens alan varsa, basamak apekten uzakta oluşmuşsa ve ortadan kaldırılamıyorsa dişin kurtarılması için apikal cerrahi gerekir.⁴¹

d- Taşkın genişletme sonucu apikal konstrüksiyonun bozulması: Kanal boyutu tespit edilmeden yapılan genişletme ve şekillendirme işlemlerinde normal çalışma uzunluğundan daha fazla uzunlukta çalışılırsa apikal perforasyona ve dolayısıyla apikal konstrüksiyonun bozulmasına neden olunur. Burada yapacağımız ilk işlem apeksifikasyon olmalıdır. Eğer bu tedavi başarısız olursa ve periapikal dokulara deprisin taşıdığı tespit edilirse apikal cerrahi kaçınılmaz olur.^{5,43}

e- Semptomatik taşkın dolgu: Foramen apikaleden periapikal dokulara iyatrojenik olarak taşırılan dolgu en fazla 2 mm olmalıdır. Belli orandaki taşkınlığı periapikal dokular tolere edebilir. Bu durumda taşan dolgu maddesinin toksisitesi önemlidir.⁴⁴ Ancak hangi tür madde taşırılmış olursa olsun genelde başarısızlıkla sonuçlanır ve periapikal cerrahi için uygun olgulardır.⁴¹ Taşkın doldurulmuş vakalarda cerrahi olarak taşkınlık alındıktan sonra sızdırmazlığın sağlanması için retrograd dolgu gereklidir.

3- Periapikal patolojinin tipi (Kist-granülom):

Çok büyük bir periapikal lezyon kanal tedavisiyle iyileşmez. Endodontide var olan bir ifade vardır: ‘‘Periapikal lezyon bir kist ise, yalnız kök kanalı tedavisi ve

dolgusu başarılı olmaz”⁵. Fakat günümüzde bu bilgi tartışmalıdır. Bazı araştırmacılar kist benzeri geniş periapikal lezyonlarda kök kanalından yeterli drenaj sonrası yapılan kanal tedavisinin başarılı sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.^{45,46} Periapikal lezyonda kist varlığında kesin apikal cerrahi endikasyonu ilk tedavi şekli değildir. Kanal tedavisi yapılır, başarısız olunursa apikal cerrahi uygulaması gerekir.²⁹

4- Biyopsi:

Dişin apikalindeki lezyonun malignitesinden şüpheleniliyorsa ya da tipinin belirlenmesi isteniyorsa biyopsi alınmalıdır. Bu apikal cerrahiyle mümkündür.^{44,47}

5- İyileşmeyen kök kırığı:

Bazen kök kırığı mevcut olan dişlerde endodontik tedavi yapılmaksızın, pulpa canlı kalabilir ve kırık parçaları birbirlerine yeni sert doku oluşumu ile kaynaşabilirler.⁵ Şayet her iki kök parçası nekroz olmuş ise, kanal tedavisi ve kök ankeri ile parçalar birleştirilerek diş konservatif olarak tedavi edilebilir. Bu tip olgularda parçalar arasındaki kırık hattına kanal patının taşması veya periapikal radyolüsentliğin iyileşmemesi veya apikal parçaya kanal tedavisi yapılamaması gibi durumlarda apikal parça cerrahi olarak çıkartılıp koroner kök ucuna retrograd dolgu yapılarak tıkaçlanır.^{5,48,49}

6- Yenilenen kanal tedavisinin başarısızlığı:

Kök kanal tedavisi yapılmış vakalarda, periapikal dokularda radyografik ve klinik belirtiler veren iyileşme sağlanamamışsa tedavi yenilenir. Tedavi yenilenmesine rağmen iyileşme hala sağlanamamışsa ve kök kanal dolgusunun kalitesi hakkında şüphe varsa periapikal cerrahi uygulanarak retrograd dolgu yapılır.⁵⁰

7- Anker ve köprü varlığı:

Dişe daha önce bir protez yapılmışsa veya bir köprü ayağı olarak kullanılıyorsa, kök kanalı tedavisini bu proteze zarar vermeden yapılma olanağı yoksa, cerrahi

uygulamalara başvurulur.⁵

Periapikal Cerrahinin Kontrendike Olduğu Durumlar

Periapikal cerrahinin uygulanamadığı durumlar şu şekilde belirtilmiştir.^{16,29,47}

- 1- Hastanın genel sağlık durumu ile ilgili kontrendikasyonlar
- 2- Diş e ait olan kontrendikasyonlar
 - a- Kökün kısa olması
 - b- Endo-periodontal kombine lezyonlar
 - c- Kökün anatomik komşulukları

1- Hastanın genel sağlık durumu ile ilgili kontrendikasyonları:

Bütün cerrahi uygulamalarında olduğu gibi burada da ilk akla gelen hastanın sağlık durumudur. Hastanın sağlığı açısından en basit bir şüphe olduğunda konsültasyon istenmelidir.

- Kontrol edilemeyen diyabet, tüberküloz, sifiliz, nefrit, kan bozukluğu, osteoradyonekroz, kalp hastalıkları, terminal hastalıklar ve steroid tedavisi gören aktif sistemik hastalıklarda,

- Serebral felç ve epilepsi gibi nörolojik sorunlarda,

- Hamileliğin ilk ve son üç ayına girmiş olan hastalarda,

- Aşırı derece hassas ve iletişim kurulması güç olan psikolojik sorunlu hastalarda endodontik cerrahi uygulamasından kaçınılmalıdır.^{43,47,51}

- Endokardit riski taşıyan hastalarda, kanama problemi olan hastalarda, kortikosteroid kullanan hastalarda, diyaliz hastaları gibi kontrol altındaki hastalarda hekim konsültasyonuna gidilerek gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra cerrahi müdahale uygulanmalıdır.²⁹

2- Diş e ait olan kontrendikasyonlar:

a- Kökün kısa olması: Diş in kökü normalden çok kısa olduğu durumlarda rezeksiyon yapıldığında kök-kron oranı bozulacağından tutuculuk zayıflar ve diş in ağızda durma süresi kısalır. Bununla beraber bu olgularda apikal rezeksiyon yerine apikal küretaj yapılarak diş in ağızda kalma süresi uzatılabilir.^{29,51}

b- Endo-periodontal kombine lezyonlar: Bu tip olgularda endodontik cerrahi tamamen kontrendike olmamakla birlikte başarı şansı oldukça azdır.²⁹

c- Kökün anatomik komşulukları: Uzun köklü üst santral keserlerdeki periapikal lezyonlar burun tabanı ile yakın ilişkide olabilir. Bu durumda nasal perforasyonlar ihtimaline karşı dikkatli olmak gerekmektedir. Üst çene posterior dişlerdeki cerrahi uygulamalarda bu dişlerin köklerinin maksiler sinüse olan yakın komşuluğu göz önüne alınarak dikkatli davranılmalıdır. Alt çene premolar ve molar köklerinin mandibular kanal içindeki inferior alveolar sinir paketine komşuluğu bu bölgelerde yapılacak cerrahi işlemlerde önemlidir. Yanlış cerrahi işlemler sinirin zedelenmesine neden olabilir. Alt küçük azıların kökleri foramen mentaleye çok yakındır. Palatal damar sinir paketinin büyük dalı büyük palatal foramen den ikinci ve üçüncü molar bölgeden çıkıp palatinal orta çizgi ve gingival marj in arasına orta yol boyunca ilerler. Palatal flep cerrahisinde nörovasküler pakete zarar vermemek için dikkatli davranılmalıdır.^{5,47}

Kök Kanalının Doluma Hazırlanması

Kök kanalını doluma hazır hale getirmek için yapılacak preparasyonda kullanılacak olan kanal aletleri ve preparasyon teknikleri önem arz etmektedir. Günümüze kadar çeşitli sayılarda enstrümanlar kullanılmıştır. Bu aletler farklı alaşımlarla üretilmiş olup çeşitli boyut, şekil ve fiziksel özelliklere sahiptirler.⁵²

Eğri kanallara sahip dişlerde preparasyon işlemi sırasında oluşan hataları minimuma indirmek ve etkili bir şekillendirme yapabilmek için son yıllarda değişik uç tasarımları olan, farklı açılara ve kesici veya kesmeyen uçlara sahip aletler geliştirilmiştir. Bunun için nikel titanyum alaşımına sahip yeni kuşak kanal aletleri üretilmiştir.⁵³ Dşuk elastisite modülü nedeniyle paslanmaz elik eğelere göre nikel titanyum eğeler 2-3 kat daha esnektirler.⁵⁴ Bu enstrümanların elle ve aletle kullanılanları üretilmiştir. Piyasada farklı tip nikel titanyum eğe sistemleri mevcuttur. Bunlardan bazıları; ProFile, Lightspeed, Quantec, ProTaper, GT, RaCe, K3 ve HERO 642.

Bu eşitler arasından rutin olarak kullanılan HERO 642 sistemi, Ni-Ti alaşımından yapılmış, %6, %4 ve %2 açılı kanal aletlerinden oluşan bir Micro Mega sistemidir. Bu kanal aletleri, 300-600 devir/dakika hızda çalışan, saat yönünde tam rotasyon yapan özel angldruvalar ile kullanılmaktadır. Hero 642 kanal aletleri, Hero-Endobox veya paketler içinde kullanıma sunulmuştur.⁵⁵ Bu sistemde 3 farklı tip kök kanalı tanımlanmaktadır:

1. Kolay kök kanalları (düz ve geniş kanallar; eğimi 10 dereceden küçük olanlar)
2. Orta zorluktaki kök kanalları (10 ile 20 derece arası eğime sahip kanallar)
3. Zor kök kanalları (dar ve 25 dereceden daha eğimli olan kanallar).

Her yöntemde kullanılacak kanal aletleri ve izlenecek yol farklıdır. Hero 642'nin endo-box'ında mavi, kırmızı ve sarı çizgiler ile gösterilmiş takip sırası vardır. Bu çizgiler kullanıcıya kolay, orta ve zor kök kanallarında kullanacağı kanal aleti sırasını gösterir.⁵⁵

Kök Kanalı Dolgu Yöntemleri

Kanal dolgu maddesinin kanal düzensizliklerine en iyi adaptasyonu sağlayabilmesi için farklı kök kanal dolgu teknikleri geliştirilmiştir. Kök kanallarının

doldurulmasında gütta-perka ve kanal patının kullanıldığı pek çok yöntem vardır. Bu yöntemler aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır.⁵⁶

- I- Katı gütta-perka yöntemleri
 - A- Tek kon yöntemi
 - B- Soğuk lateral kompaksiyon yöntemi
- II- Yumuşatılmış gütta-perka yöntemi
 - A- Isı ile yumuşatma yöntemi
 - a. Sıcak lateral kompaksiyon yöntemi
 - b. Vertikal kompaksiyon yöntemi
 - c. Termomekanik kompaksiyon yöntemi
 - d. Enjektör termoplastize gütta-perka yöntemler
 - Obtura (Düşük ısı)
 - Ultrafil (Yüksek ısı)
 - e. Trifekta
 - f. Termofil
 - g. Soft-core
 - h. Alpha-seal
 - i. SuccessFill
 - j. Sistem B
 - B- Kimyasal yumuşatma yöntemleri
 - a. Kloroperka yöntemi
 - Johnston-Callahan yöntemi
 - Nygard-Ostby yöntemi
 - b. Ökaperka yöntemi
- III- Diğer yöntemleri

A- Ultrasound ile kanal doldurma yöntemi

B- Basınçla enjeksiyon yöntemi

İlk kez 1914 yılında Callahan tarafından tanıtıldığı Glickman ve Gutman⁵⁷ tarafından bildirilmiş olan soğuk lateral kompaksiyon tekniği temel olarak gutta-perkanın sıkıştırılabilme özelliğine dayanmaktadır. Bu teknikte temel prensip, apikal daralım bölgesinden 1-1,5 mm daha kısa olarak konumlandırılmış ana gutta perka konun yan bölgelerine yardımcı konuların yerleştirilmesidir. Ana konlar yerleştirildikten sonra özel dizayn edilen, farklı boyutlara sahip olan spreaderlar kullanılır. Uygun boyutu seçilen spreader kanalın apikale doğru en derin yerine yerleştirilerek lateral yönde sıkıştırma yapılır ve böylelikle elde edilen boşluğa kullanılan spreader numarasına uygun yardımcı konlar yerleştirilir. Bu işlem spreaderin kök kanalının 2-3 mm içine girmesi mümkün olmayıncaya kadar devam edilir.⁵⁸ Daha sonra yerleştirilen konlar gutta-cut gibi kesicilerle veya ısıtılmış uygun bir aletle kanal ağzından kesilerek uzaklaştırılır. Yapılan çeşitli araştırmalarda lateral kompaksiyon tekniğinin iyi bir sızdırmazlık sağladığı belirtilmiştir.^{59,60}

Apikal Kök Rezeksiyonu

Kök ucunun kesilmesi işlemi endodontik cerrahide uygulanan belirgin bir işlemdir. İlk önce lezyon üzerindeki kemik kısım kaldırılarak kök ucunun açık bir şekilde görülmesi sağlanır. Gerekli bölgeler kürete edildikten sonra su soğutması altında kök ucu kesilir.¹⁶ Bu uygulamada göz önünde bulundurulması gereken iki önemli nokta vardır: kök ucunun ne kadar uzunlukta ve hangi açıyla kesileceği.

Kök ucunun ne kadar miktarda kesileceği kökün ucundaki yan kanallara ve apikal dallanmalara bağlıdır. 3 mm'lik kök ucu kesimi başarısızlığa neden olan çoğu potansiyel anatomik girişleri ortadan kaldırmaktadır.¹⁴ Kök ucunda kesim mümkün

olduğunca kökün uzun eksenine dik açı oluşturacak şekilde olmalıdır. Bu şekilde en düşük eğim açısıyla yapılan kesim işlemi bazı avantajlar sağlamaktadır:

1. Kökün bukkal bölgesinde en az seviyede kemik kaldırılır. Sonuçta daha sabit bir diş elde edilir ve kaldırılan kemik dokusu daha hızlı iyileşir,
2. Daha az dentinal tübülleri ortaya çıkarak sızıntı geçişi ve kontaminasyon engellenir,
3. Potansiyel endodontik-periodontik kontaminasyon engellenmiş olur.¹⁴

Tidmarsh ve Arrowsmith⁶¹ taramalı elektron mikroskobu altında yaptıkları çalışmada, köke verilen eğimin minimum seviyede tutulması gerektiğini belirtmişlerdir.

Retrograd Kavite Hazırlama Teknikleri

Yüzyılın başından beri farklı kavite şekilleri uygulanmaktadır. Bu yöntemler daha çok eldeki enstrümanların karşılaştıkları engelleri aşabilmelerine ve kök ucunun farklı anatomik yapıda olabilmelerine göre geliştirilmiştir. Kök ucu kavite dizaynı daha çok hekimin deneyimine bağlıdır.²⁹

Üç farklı tip retrograd kavite preparasyonu vardır.⁶²

1. Geleneksel sınıf I kavite
2. Slot kavite
3. Funnel kavite

Kök ucu kesildikten sonra, kökün dış hatları genelde oval veya 8 rakamı şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Ancak sıklıkla kökün dış hatlarında oluşan yapı, hafif irregüler oval biçiminde ve merkeze doğru daha küçük oval bir kanal şeklindedir. Bu tarz bir yapıda karşımıza çıkan kanalın ideal retrograd kavite preparasyonlarından biri minyatür *sınıf I okluzal kavitesidir*. Bu kavite preparasyonu genellikle tersine konik frezle hazırlanır.⁶² Kavite, frezin kanala en az 1mm tercihen 2-3 mm girmesiyle

şekillendirilir. Frez kökün uzun aksı boyunca ve kanal preparasyonuna uyum gösterecek şekilde yönlendirilmelidir.¹⁴

Diğer bir kavite hazırlama şekli de *slot tip kavite* preparasyonudur. Bu preparasyon cerrahi giriş yolunun çok sınırlı olduğu vakalarda kullanılır. Bu kavitede yivler fissür frezlerle açılır.⁶³ Frez dişin uzun aksı boyunca konumlandırılarak tutulur, daha az diş yapısı ve periapikal kemik kaldırılır. Sonuçta yeterli miktarda kron/kök oranı kaldığı için komşu yapılara gelebilecek herhangi bir zararın önüne geçilmiş olur.¹⁴

Üçüncü kavite hazırlama şekli ise *funnel tipi kavite* preparasyonudur. Bu preparasyon tekniğinde paslanmaz çelik ront frezlerden yararlanır. Frez dişin ekseni boyunca hareket ettirilerek kanal içerisinde istenilen seviyede kavite hazırlanır. Bu teknikteki dikkat edilecek en önemli husus frezin hareketinin kökün uzun eksenine paralel olarak yöneliminin korunmasıdır. Funnel tip kavitede retrograd dolgu materyali olarak ilk amalgam önerilmiştir.⁶² Fakat günümüzde adeziv materyallerinin hızlı gelişimine bağlı olarak amalgamın yerine adeziv materyaller kullanılmaya başlanmıştır.^{12,64}

Son zamanlarda retrograd kavite hazırlamak için sonik ve ultrasonik preparasyon teknikleri kullanılmaya başlanmıştır. Ultrasonik aletler için özel uçlar üretilmiştir. Bu uçlar dişin uzun aksı boyunca hareket etmesine ve ayrıca dentinin daha yavaş ve kontrollü bir şekilde kaldırılmasına olanak sağladığı için preparasyon daha az travmatik hazırlanabilir.^{65,66} Ancak Saunders ve arkadaşları⁶⁷ yapmış oldukları çalışmada, ultrasonik uçlar kullanıldığında kök yüzeyinde kırıklar oluşabileceğini ve bu kırıkların da bakteri geçişine neden olabileceğini belirtmişlerdir.

Retrograd kavite hazırlanması aşamasındaki bir diğer konu da kavitenin ne kadar derinlikte olacağıdır. 1, 2, 3 ve 4 mm'lik kavite derinlikleri tartışılmıştır. Yapılan

araştırma ile kuvvetli bir şekilde önerilmiştir ki; etkili bir apikal tıkaçlama sağlayabilmek için retrograd kavite 3mm'lik bir derinliğe sahip olmalıdır.¹⁴ 3mm'den daha fazla yapılan apikal rezeksiyonlarda mükemmel bir tıkaçlama oluşturulmadığı gibi 3mm den daha kısa yapılan kesimlerde de apikal tıaçlamada uzun dönemde başarı sağlanamamaktadır.¹⁶

Kök ucunda yapılan dolgunun başarılı olabilmesi için gerekli olan şartlardan biri de bu bölgedeki dentinin aşırı miktarda kaldırmamasıdır. Bazı retrograd dolgu materyalleri için retansiyon oluşturulması istenilmektedir. Dentin duvarını fazla inceltmeden bu retansiyon alanları sağlanabilir. Kavite hazırlanırken dentini mümkün olduğunca korumak gerekmektedir.⁵

Retrograd Dolgu Materyalleri ve Bulunması Gereken Özellikler

Kök ucunda kavite hazırlamanın amacı, rezeksiyon sonucu apikal daralımı ortadan kaldırılmış olan kökün, apeksteki kanal ağzlarını birleştirmek ve muhtemelen kanal dolgu patı ile sıkı bir şekilde tıaçlanamayacak olan kök apeksinde daha sonra yerleştirilecek retrograd dolgu materyali için yer hazırlamaktır.⁵ Kök ucuna retrograd dolgu materyali yerleştirilmesinin amacı ise retrograd kavite boşluğunu doldurmak ve apikal sızdırmazlığı sağlamaktır. Bu sayede apikal giriş yolu kapatılmış ve mikrobiyal ürünlerin kök kanalından periapikal dokulara, periapikal dokulardan da kök kanalına geçişi önlenmiş olur.¹⁴ Bu da doku tamirinin sağlıklı bir şekilde meydana gelmesine izin verir.⁶⁸

Retrograd dolgu materyali, apikal tıaçlamayı, hiçbir sızıntı oluşturmayacak şekilde sağlamalıdır. Endodontik cerrahinin başarısındaki bilinen en önemli faktör apikal tıaçlamanın ideal bir şekilde yapılmış olmasıdır.¹⁴ İdeal bir tıaçlamanın oluşabilmesi için retrograd dolgu materyalinde bulunması gereken diğer önemli

faktörler şu şekilde sıralanabilir.^{14,69-71}

- Periapikal dokular tarafından iyi bir şekilde tolere edilebilmelidir,
- Retrograd kavitenin dentinal duvarına yapışabilmelidir,
- Boyutsal değişime uğramamalıdır,
- Çözünmeye karşı dirençli olmalıdır,
- Sementogenesizi desteklemeli,
- Bakteriyosit ve bakteriyostatik olmalıdır,
- Korozi olmamalıdır,
- Elektrokimyasal olarak inaktif olmalıdır,
- Periapikal dokuları ve dişi boyamamalıdır,
- Kolayca hazırlanabilmeli ve uygulanabilmelidir,
- Yeterli çalışma ve uygulama süresi olmalıdır,
- Radyopak olmalıdır,
- İyileşmeyi teşvik eder özellikte biyoaktif olmalıdır,
- Nemli ortamlardan etkilenmemelidir,

Diş hekimliği tarihi boyunca çok çeşitli dolgu materyalleri retrograd kavitelere kullanılmıştır. Tablo 1’de geçmişte veya günümüzde retrograd dolgu materyali olarak kullanılmış veya kullanılmakta olan maddeler gösterilmektedir. Çok sayıda materyal bulunmasına rağmen, ideal retrograd dolgu materyali mevcut değildir.¹⁰⁻¹⁶

Cam İyonomer Siman

İlk kez 1970’li yılların başlarında Wilson ve Kent¹⁷ tarafından geliştirilmiş olan cam iyonomer simanlar, 1974 yılında ise Mc Lean ve Wilson¹⁸ tarafından piyasaya sürülen ilk ticari şekliyle (Alumino-Silikat Poli-Akrilat-1) klinik olarak test edilmiştir. Diş hekimliği pratiğinde, servikal abrazyon ve erozyon defektlerinin tamirinde, süt dişlerinin kavitelinde, koruyucu olarak fissür örtülenmesinde ve son zamanlarda da

Tablo 1. Geçmişten günümüze kullanılmış veya kullanılmakta olan retrograd dolgu materyali

- Amalgam
- Cam iyonomer simanlar
- Kompozit rezinler
- Çinko oksit öjenol siman
*SuperEBA
*Intermediate Restorative Material (IRM)
- Mineral Trioxide Aggregate (MTA)
- Polikarboksilat simanlar
- Diaket
- Kavite
- Guta Perka
- Altın yaprak

retrograd dolgu materyali olarak kullanılmaktadır.⁷²

İlk dönemlerdeki geleneksel cam iyonomer simanlar son derece hassas uygulama tekniğine, yavaş sertleşme süresine ve oldukça opak renge sahiptiler. Sertleşme süresi boyunca neme ve kurumaya karşı da hassastılar. Bu özellikler materyalin erken kaybolmasına neden oluyordu. Tüm bu problemler yeni materyallerin geliştirilmesiyle en az seviyeye indirilmiştir. Modern cam iyonomer simanların sertleşme süreleri kısaltılmış, daha estetik duruma getirilmiş ve neme ve kurumaya karşı olan hassasiyetleri de belirli bir seviyede sınırlandırılmıştır.⁷³

1994 yılında McLean ve arkadaşları⁷⁴ cam iyonomer simanları setleşme reaksiyonlarına göre 3 sınıf altında toplamıştır.

1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar
2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar
3. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler

1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar:

Geleneksel cam iyonomer simanlar 4 tiptir.⁷⁵

Tip I) Yapıştırıcı simanlar,

Tip II) Dolgu maddeleri,

- Estetik simanlar

- Metal destekli simanlar

Tip III) Çabuk sertleşen simanlar (kaide maddeleri ve fissür örtücü simanlar),

Tip IV) Kanal dolgu patları.

İlk zamanlarda cam iyonomer simanlar sadece iki bileşen ihtiva etmekteydi: su içerisinde çözülmüş olan poliakrilik asit sıvısı ve kalsiyum alüminosilikat cam tozu. Daha yeni materyallerin likit kısmı, hızlandırıcı ve sertlik arttırıcı asit içermektedir. Aynı şekilde toz içerisinde de klinik özelliklerini değiştiren metaller ilave edilmiştir.⁷³

Sıvı içeriği: Ticari markalara göre değişmekle birlikte çoğu geleneksel cam iyonomer sıvısı, % 35-60 oranında poliakrilik asitin kopolimerlerinin sulu solüsyonları içermektedir. Su başta reaksiyon ortamı olarak görev görür ve sonra yavaşça çapraz bağlı matrikse hidrate olur. Bu suretle materyalin dayanıklılığını artırır ve tanslusensliğini geliştirir. Daha sonra araştırmacılar, hem sağlamlılığını hem de raf ömrünü geliştirmek için akrilik ve itakonik asit içerikli kopolimerleri kullandılar. Fumarik ve maleik asit içeren kopolimerler de kullanılmıştır.^{73,75}

Geleneksel cam iyonomer simanlarla ilgili olan yavaş sertleşme problemi salisilik asit, sitrik asit ve tartarik asit gibi küçük molekül ağırlıklı bazı organik asitler hızlandırıcı olarak kullanılarak aşılına çalışılmıştır. Bunlar içerisinde en etkili olanı tartarik asittir.⁷⁶ Son zamanlarda hemen hemen tüm poliasit likitler, sertleşme süresini kısaltmak için % 5-10 oranında tartarik asit içermektedir. Tartarik asit aynı zamanda sertleştirici ve kuvvetlendirici etki de sağlamaktadır. Tartarik asitin camdan kalsiyum ve

aluminyum iyonlarını sökücü etki yaptığı da düşünülmektedir.⁷³

Toz içeriği: Önceleri tüm uygulamalar geleneksel silikat cam tozlu polikarboksilat simanların poliakrilik asitle kullanılması şeklindeydi. Silikat toz zayıf tepkiye sahipti ve bu durum simanın zayıf ve geç sertleşmesine yol açıyordu. Daha kuvvetli kimyasal etkiye sahip cam tozlarının gelişimi ilk dönemlerdeki cam iyonmer simanları uygun bir restoratif materyal yapmıştır. Cam iyonmer içerisindeki tipik camlar, eriyerek birleşebilen florid, quartz, alumina, kriyolit, alüminyum triflorid ve alüminyum fosfattan ibarettir. Cam iyonmer doldurucular ağırlık olarak % 15,7-20,1 kalsiyum florid (CaF_2), % 35,2-41,9 silikon dioksit (SiO_2), % 20,1-28,6 alüminyum oksit (Al_2O_3), % 3,8-12,1 alüminyum fosfat (AlPO_4), % 1,6-8,9 alüminyum florid (AlF_3) ve % 4,1-9,3 sodyum florid (NaF) içermektedir. Materyal ağırlıkça yaklaşık olarak % 20 oranında floridtir. Florid iyonu matrix oluşumunun tamamlayıcı bir parçası değildir. Bu yüzden florid, simanın tüm yapısı değiştirmeden salınır.⁷³

Sertleşme mekanizması: Cam iyonmer simanlar birbirinden bağımsız ve ardi sıra gerçekleşen, üç safhadan oluşan sertleşme reaksiyonuna uğrarlar. Bunlar karıştırmadan hemen sonra oluşan iyon çözünme fazı, başlangıçtaki sertleşme olan hidrojel fazı ve son sertleşme olan polisalt jel fazıdır.⁷⁶

İyon çözünme fazı: Toz ve likit ilk birleştiklerinde iyon çözünümü oluşur. Poliasit kopolimerlerinin ve tartarik asit hızlandırıcılarının sulu solüsyonları iyon salabilen aluminoflorosilikat tozuna saldırırlar ve cam yüzeyinin dışını çözerler. Poliasit ve tartarik asitin hidrojen iyonları, cam tozun yüzeyinden kalsiyum (Ca^{+2}) ve alüminyum (Al^{+3}) gibi metal katyonların salınmasına neden olurlar. Bunlar ilk önce florid iyonlarıyla reaksiyona girerler. Asitide artışı devam ettiği için kararsız CaF_2 parçalanır ve akrilik kopolimer ile reaksiyona girerler. Bu ilk faz boyunca cam iyonmer siman diş yapılarına yapışır. Matrisle reaksiyona girmeyen cilalı-parlak bir

görünümdedir. Kaviteye yerleştirme bu fazın erken döneminde tamamlanmalıdır. Bu fazın sonunda materyal parlaklığını kaybettiğinden serbest matris camla reaksiyona girer ve diş veya herhangi bir yüzeyle yapışması azalır.⁷⁶

Hidrojel fazı: Karıştırdıktan sonraki 5-10 dakika içerisinde başlayan hidrojel fazı ilk sertleşmenin başladığı fazdır. Bu faz boyunca pozitif yüklü kalsiyum iyonları (Ca^{+2}) hızlı bir şekilde serbest bırakılır ve birbirine çapraz bağlı iyonik formdaki sulu polianyonik poliasit zincirleriyle reaksiyona girerler ve amorf bir ağ oluşturacak şekilde çapraz bağlar kurarlar. Sulu polimer zincirlerinin hareketi azalır. Sonuçta iyonomer matrisin ilk katılaşması oluşur. Bu faz boyunca iyonomer neme ve kurumaya karşı korunmalıdır. Bu bölümde cam iyonomer sert ve opak görünümdedir.⁷⁶

Polisalt jel fazı: Materyalin final sertleşmesine ulaştığı zaman oluşan polisalt jel fazı birkaç ay sürebilir. Oldukça yavaş salınan alüminyum iyonları (Al^{+3}) reaksiyona girmeyen cam doldurucuları çevrelemek için yardımcı olduğu zaman matris olgunlaşır. Al^{+3} iyonları asidin karboksil gruplarıyla çapraz bağlar yaparlar. Al^{+3} iyonlarının trivalent yapıları nedeniyle daha yüksek bir çapraz bağlantı sağlarlar. Bu direnç materyalin son halidir. Ca^{+2} iyonları 3 saatte tüm olarak bağlanırken, alüminyum iyonları en azından 48 saat daha bağlanmaya devam ederler. Bu safhada cam doldurucuları çevreleyen slika jelin kırılma indeksi matrise daha çok benzediği için cam iyonomer siman diş gibi gözükür.^{75,76}

Avantajları:

1- Diş yapısına bağlanmaları iyidir. Geleneksel cam iyonomer simanların sahip olduğu en önemli avantajlardan biri, diş yapılarına kimyasal olarak bağlanmalarıdır.⁷⁷ Esas bağlanım kimyasal olanıdır, mikro mekanik kenetlenme ise ikinci planda gelmektedir. Ayrıca amalgam ve kompozit gibi materyallere de bağlanabilirler.⁷⁵ Simanın mine ve dentine tutunma mekanizması likitte bulunan poliakrilik asitteki

karboksil gruplarının diş yapısındaki kalsiyum veya dentindeki kollojen ile reaksiyonu şeklinde açıklanabilir.⁷⁸ Bu kimyasal etkileşimden dolayı cam iyonomer simanların periapikal dokulardan bakteri ve toksinlerinin geçişini engellediği düşünülmüştür.⁷⁹

2- *Biyolojik uyum gösterirler:* Geleneksel cam iyonomer simanların yeterli biyolojik uyuma sahip olmaları 3 nedene bağlanmıştır; sertleşirken minimum ısı oluştururlar, serbest asit varlığının az olmasından dolayı asit nötralizasyonunun genellikle yeterli seviyededir ve simandan sızan maddeler ya zararsızdır ya da yerleştirilen doku için faydalıdır.⁸⁰ Callis ve Santini⁸¹ yaptıkları çalışmada cam iyonomer simanı retrograd dolgu materyali olarak kullanmışlar ve 7 günlük dönem sonunda yapılan değerlendirmede çok az enflamasyona rastlanırken 28. günün sonunda herhangi bir enflamasyon belirtisinin olmadığını göstermişlerdir. 90 gün takipli bir başka çalışma sonucunda da, cam iyonomer simanın kemik iyileşmesine engel olmadığını, aksine kemik yapımında artış olduğunu ve enflamasyonun ortadan kalktığını belirtmişlerdir.⁸²

3- *Antimikrobiyal etkiye sahiptirler:* Cam iyonomer simanların bakteri büyümesini engellediğini gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır.⁸³⁻⁸⁶ Cam iyonomer simanların antibakteriyal aktivitelerinin mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte birkaç teori ileri sürülmektedir. En çok kabul gören teori, cam iyonomer simanların ortama salmış olduğu floride iyonlarının bakteri inhibisyonundan sorumlu olduğudur.⁸⁷ Ancak antimikrobiyal mekanizması sadece floride salınışıyla açıklanamaz. Cam iyonomerin asiditesinden dolayı da antimikrobiyal etki oluşabilir. Yeni karıştırılmış bir cam iyonomer simanda antimikrobiyal aktivite, düşük pH ve potansiyel flor iyonu salınışına bağlanmıştır.^{84,88,89} Bir başka teoride ise üzerinde durulan nokta, çinko bileşenidir. Çinko, floridden daha güçlü bir antimikrobiyal etki gösterir.⁹⁰

4- *Ortama florid iyonu salarlar:* Florid iyonu matris oluşumunun tamamlayıcı

bir parçası değildir. Bu yüzden florid iyonu simanın yapısını değiştirmeden salınır. Başlangıçta simanın yüzeyindeki florid iyonu salınır. Sonra yüzey altından ayrılan iyonlar yüzeye doğru göç ederek salınırlar. Florid, restorasyonun 2-3 mm'lik çevresinde de mevcuttur. Cam iyonomer siman ile diş dokusu arasında kimyasal bağlanmadan kaynaklanan moleküler temas, iyon alışverişini ve florid salınımını gerçekleştirir. Zamanla dişle siman arasında florid dengelenmesi olur. Cam iyonomer simanlardan florid salınımı ilk 2 hafta maksimum düzeyde kalırken sonraki 2-3 hafta içerisinde belirgin bir şekilde azalır, ancak etkisi 18 ay süreyle devam eder.⁷⁵

5- Restorasyon sonrası tam olarak sertleşirler,

6- Sertleşirken çevreye düşük seviyede ısı verirler,

7- Polimerizasyon büzülmesi yoktur,

8- Serbest radikal içermezler,

9- Yüksek nemde boyutsal stabiliteye sahiptirler,

10- Doldurucu matris etkileşimi vardır,

11- Mikrosızıntılara karşı dirençlidirler.⁷³

Dezavantajları:

1- Neme karşı hassastırlar: Hazırlanan kaviteye yerleştirilirken ortamdaki nemden etkilenirler. Bu aşamada nem kontaminasyonu olursa simanın sertliği azalır ve eriyebilirliği artar.⁷⁵ Bu nedenle simanın yerleştirilmesi ve serleşmesi sırasında nem kontaminasyonu önlenmelidir.

2- Aşırı kuruluğa karşı duyarlıdırlar: Aşırı kuruluk simanda çatlak ve yarıklara yol açar. Böylece simanda renklenmeler oluşur ve kenar sızıntısı başlar.⁷⁵

3- Abrazyona, çekme ve gerilme kuvvetlerine karşı dayanımlıkları azdır,

4- Estetik görünümü ve renk stabilitesi iyi değildir,

5- Radyopak değildirler,

6- Zayıf asit direnci gösterirler,

7- Toz/likit oranı ve karıştırılması oldukça hassas bir tekniktir.⁷³

2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar:

Yetmişli yıllardan günümüze kadar diş hekimliği alanında kullanılan cam iyonomer simanların olumlu özelliklerinin yanında hidrasyon-dehidrasyon, dayanıklılık ve estetik gibi özelliklerinin yetersiz olması araştırmacıları arayışlara itmiştir. Bu amaçla 1980'li yılların sonunda cam iyonomer simanlara rezin ilave edilerek yeni materyaller geliştirilmiştir.⁷⁴ Rezin modifiye cam iyonomer siman olarak adlandırılan bu materyallerin sertleşmesi, asit-baz reaksiyonu ve foto-kimyasal polimerizasyonun kombinasyonu şeklinde olmaktadır.⁷³

Rezin modifiye cam iyonomerlerin içerikleri esas olarak % 80 oranında cam iyonomer siman ve % 20 oranında rezinden oluşmaktadır. Toz kısmı flor alüminosilikat ve cam tozlarından oluşurken likit kısmı ışıkla polimerize olan Hidroksil Metil Metakrilat (HEMA), metakrilat grupları, tartarik ve poliakrilik asit ve % 8 oranında sudan oluşmaktadır.⁷⁵

Sertleşme mekanizması: Rezin modifiye cam iyonomer simanlarda sertleşme iki reaksiyon ile gerçekleşir.⁷⁵

I. Asit-baz reaksiyonu

II. Polimerizasyon

1. Fotokimyasal (Dual cure)

2. Kimyasal (Tricure)

Toz ve likitin karıştırıldığı andan itibaren geleneksel cam iyonomer simanlardaki asit-baz reaksiyonu başlar. Bu reaksiyon ilk başlamasına rağmen yavaş ilerleme gösterir ve en son biter. Bununla birlikte eğer materyal HEMA için kimyasal bir indikatör içeriyorsa HEMA'nın da polimerizasyonu başlar (Tricure). Eğer materyal sadece ışıkla

sertleşen bir sistem ise, HEMA mavi ışığa maruz kaldıktan sonra sertleşir (Dual cure). Her iki durumda da ilk sertleşme HEMA'nın polimerizasyonu ile sonuçlanır.⁷⁵

Geleneksel cam iyonomer simanlar gibi bu materyaller de diş dokusuna kimyasal olarak bağlanırlar. İlave olarak bağlanma güçleri conditioner ve primer kullanılarak arttırılır. Bunun yanında iyi bir biyolojik uyum göstermeleri, nemden daha az etkilenmeleri, flor salınımına sahip olmaları, daha az çözünürlük göstermeleri, radyoopasitesinin iyi derecede olması ve kolay manipülasyonu gibi avantajlar rezin modifiye cam iyonomer simanları üstün kılmaktadır. Ancak hidrasyon ve dehidrasyon, polimerizasyon büzülmesi ve bunun sonucunda da mikrosızıntı oluşabilmesi dezavantajları bu materyalde de karşımıza çıkmaktadır.^{75,91}

3. Poliasit modifiye kompozit rezinler:

1990'lı yılların başlarında cam iyonomer simanlar ile kompozit rezinlerin bazı üstün özelliklerini içeren yeni restorasyon materyalleri geliştirilmiştir. 1992 yılından sonra farklı isimler altında diş hekimliğine sunulan bu maddeler, 1994 yılında McLean ve arkadaşları tarafından poliasit modifiye kompozit rezinler olarak tanımlanmıştır. Bunlar geleneksel cam iyonomer simanlarla kompozit rezinler arasında yer almakla birlikte ve yapısal özellik bakımından kompozit rezinlere daha yakın bulunmaktadır. Sertleşme reaksiyonu da kompozit rezinlerinkine benzemektedir. Işık ile polimerizasyonu takiben absorbe ettiği su ile yapısında bir miktar asit-baz reaksiyonu meydana gelmektedir. Poliasit modifiye kompozit rezinler, kapsül veya şırınga şeklinde, ışıkla sertleşen, kendilerine özel bağlayıcı ajanları ile birlikte kullanılan materyaller olarak karşımıza çıkmaktadır.^{74,75,92}

Poliasit modifiye kompozit rezinlerin cam ve rezin oranlarında üretici firmalara göre farklılıklar gözlenmektedir. Ancak her zaman kompozit içerik cam iyonomere göre daha fazladır. Esas olarak rezin ve asit monomerdan oluşmaktadır. Cam iyonomer

partiküllerinin rezin matriksine asidik polimerize olabilen monomerler eklenmiştir. Bunlara ilaveten yapılarında florosilikat cam, reaksiyon başlatıcılar (initiatorlar), stabilizörler ve pigmentler bulunmaktadır.^{75,93}

Sertleşme mekanizması: Işık uygulamasını takiben monomerler arasında çapraz bağlar meydana gelir ve materyalin ilk sertleşme reaksiyonu gerçekleşir. Sertleşen materyalin nem ile temas etmesi sonucu materyal içine su Emilimi başlar. Uzun süre devam eden bu su Emilimi sonucunda hidrojen iyonları salınır ve bu iyonlar cam partikülleri ile reaksiyona girerler. Böylece asit-baz reaksiyonu başlamış olur ve florid iyonu salınmaya başlar.⁹² Poliasit modifiye kompozit rezinler önce polimerizasyon, daha sonra asit-baz reaksiyonu ile sertleşirler. Polimerizasyon ışık, asit-baz reaksiyonu ise su Emilimi ile gerçekleşir.⁷⁵

Kolay manipulyasyon olanağı sunan poliasit modifiye kompozit rezinler diş sert yapılarına bağlanma yönünden de kuvvetlidirler. Bu bağlanımda iki mekanizma rol oynamaktadır. Birincisi madde içindeki hidrofilik karboksilik asit üniteleri, ikincisi ise bonding ajandır. Diğer avantajlar ise radyoopasite göstermeleri, florid salmaları, iyi bir biyolojik uyum göstermeleri ve klinik ömürlerinin uzun süreli olmasıdır. Bununla birlikte poliasit modifiye kompozit rezinler ışığın ulaşamadığı yerlerde sertleşme sağlanmaması ve polimerizasyon büzülmesi göstermeleri önemli dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.^{75,94}

Tüm cam iyonomer siman tiplerinin genel özellikleri Tablo 2’de özet şekilde verilmiştir.

Amalgam

Civanın diğer metallerle birlikte meydana getirdiği bir alaşım olan amalgam, diş hekimliğinde kullanılan dolgu maddeleri arasında büyük bir yere sahiptir. İlk olarak 1800’lü yıllarda Greene Vardiman Black tarafından uygulanan amalgam, 1 kısım kalay,

Tablo 2. Cam iyonomer simanların genel özellikleri

	Geleneksel Cam İyonomer Siman	Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman	Poliasit Modifiye Kompozit Rezin
Sertleşme	Kimyasal (asit-baz reaksiyonu)	Kimyasal (asit-baz reaksiyonu) + Işık	Işık
Karıştırma	İki komponentli	İki komponentli	Tek komponentli
Florür salınımı	Yüksek	Orta-Yüksek	Orta
Adezyon	Kimyasal tutunma	Kimyasal tutunma (primer gerekir)	Mekanik tutunma (bonding ajanlar gerekir)
Fiziksel özellikler	İyi	İyi-Çok iyi	Çok iyi
İşlenebilirlik	Düşük	İyi	Mükemmel
Uygulanım kolaylığı	Başlangıçta neme hassas, yavaş sertleşir	Neme daha az hassas	Fazla nemi tolere edebilir, bonding ajan gerekir
Çözünürlük	Düşük	Orta-Düşük	Orta
Boyutsal değişim	Termal genişleme ve büzülme diş sert dokularıyla benzer	Yüksek termal genişleme ve polimerizasyon büzülmesi	Yüksek termal genişleme ve polimerizasyon büzülmesi

3 kısım gümüş ve civa içermektedir. Bu *1. kuşak amalgamları* oluşturmaktadır. Daha sonra bu alaşıma bakır ve çinko ilave edilerek *2. kuşak amalgamlar* geliştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda bu formüle altın, platin gibi soy metaller ilave edilse de bunlar amalgam özellikleri üzerinde büyük bir etki yapmamıştır. Amalgam tozu içerisinde bazı reaksiyonlar meydana gelmektedir. Bunlar;

- Gama fazı (δ fazı) : Gümüş (Ag) / Kalay (Sn)
- Gama 1 fazı (δ_1 fazı) : Gümüş(Ag) / Cıva (Hg)
- Gama 2 fazı (δ_2 fazı) : Kalay (Sn) / Cıva (Hg)

Gama 2 fazının en az dayanıklı faz olması ve korozyona oluşturmaları ve bu korozyon sonucu dolgu üzerinde kalay oksitlerinin meydana gelmesi nedeniyle gama 2 fazını azaltma yoluna gidilmiştir. Bu amaçla 1963 klasik amalgam tozları içerisinde % 30-35 oranında ötektik gümüş / bakır (Ag^3Cu) kürecikleri ilave etmişlerdir. Bu sayede bakır kalayı bağlayarak gama 2 fazı engellenmiş oldu ve bu değişimlerle 3. *Kuşak amalgamlar* ortaya çıkmıştır. Bahsedilen 3 kuşak amalgam da düşük bakır amalgamları olarak adlandırılmaktadır.^{75,78}

Amalgamların yenileşmesi yüksek bakır içerikli tek kristalli alaşımlarla başlamıştır. Bu alaşımlarda bakır oranı % 10'dan fazladır ve tek kristal halindedir. Yüksek bakır oranı kalay ile sıkı bağlanıp, gama 2 fazının oluşmasını imkansız kılar. Ayrıca bu alaşıma çinko konulmamıştır ve dolayısıyla çinkonun tükürükteki su ile reaksiyona girip çinko oksit ve hidrojen gazı oluşturması ve de nem karşısındaki genişmesi gibi olumsuzlukları da amalgamın yapısından kaldırılmış oldu. Yine bu alaşımda gümüş oranı da % 50 oranına düşürülmüştür. Bu amalgamlar 4. *kuşak amalgamlar* olarak adlandırılmıştır. 5. *kuşak amalgamlarda* ise çinko yerine indiyum eklenmiştir. Daha sonraki yıllarda % 10 palladyum ilave edilmiştir, ayrıca gümüş ve bakır tozuna 1/2 oranında ikinci ve üçüncü kuşak amalgam karıştırılarak 6. *kuşak amalgamlar* elde edilmiştir. Tutuculuğu yüksek olan, yapılarında nemden az etkilenen ve antiseptik özelliğe sahip olan, bakır ve cıvadan oluşan *bakır amalgamları* da mevcuttur.⁷⁵

Dental amalgamların restoratif materyal olarak kullanımları içerdikleri cıva nedeniyle hep gündemde kalmış ve tartışmalara konu olmuşlardır. Amalgamlardan cıva

sızıntısının olduğu bilinmekle birlikte son 30 yıl içerisinde yapılan çalışmalarda bu durumun ciddi sağlık sorunlarına neden olduğu gösterilememiştir. Günümüzde amalgamın hastalar için ek sağlık sorunu oluşturmadığı görüşü hâkimdir. Ancak hekimler için mesleki riskler açısından dikkatli olunmalıdır.⁹⁵

Son zamanlara kadar amalgam en popüler ve en yaygın kullanılan retrograd dolgu maddesiydi. Pek çok dental klinikte kolaylıkla bulunması, ucuz olması, kolay manipüle edilebilmesi, radyopak olması, dokular tarafından iyi tolare edilebilmesi gibi avantajlara sahip olmasından dolayı tercih edilmiştir.¹⁴ Bununla birlikte amalgam pek çok dezavantaja sahiptir. Bunlar:

- Yavaş sertleşmesi,
- Boyutsal olarak stabil olmaması,
- Uygulama esnasında kolayca dağılabilmesi,
- Başlangıç sızıntısı olması,
- Dokulara cıva salması,
- Korozyona uğraması ve galvanik etkileşim oluşturması,
- Köklerde mikro çatlaklara sebep olması,
- Dokuda renk değişikliğine neden olması,
- Kavite preparasyonlarında ekstra andırkatlara ihtiyaç duymasındır.^{16,70,96}

Yapılan sızdırmazlık çalışmasında amalgam, MTA, Super EBA ve Vitremer ile karşılaştırılmış ve en fazla sızıntının amalgamda olduğu gösterilmiştir.⁹⁷

Tüm bu dezavantajlar göz önünde bulundurulduğunda amalgamın retrograd dolgu maddesi olarak kullanımı zaman içerisinde terk edilmektedir.¹⁴

Kompozit

Kompozit materyali, en az iki farklı materyalin üç boyutlu karışımı olarak tanımlanmaktadır. Kompozit rezinler üç ayrı fazdan oluşmaktadır. Bunlar organik

polimer matriks fazı, inorganik faz ve bu iki fazın birbirine bağlanmasını sağlayan ara faz. Ara faz, silisyum bileşiği olan silanlardan oluşur. Silan bir taraftan inorganik partiküllerin hidrosil gruplarının suyunu kondanse ederek; diğer taraftan organik matriksin doymamış çift bağları ile bağlantıyı sağlar. Günümüz kompozitlerinde slika partiküllerinin yüzeyi silan bağlama ajanlarıyla önceden kaplanmıştır. Organik faz içerisinde yer olan başlatıcı inisiyatör, kimyasal ve/veya fiziksel aktivasyon yoluyla monomerin çift bağlarıyla reaksiyona giren enerjiden zengin serbest radikallerin oluşmasına, bu sayede polimer zincirlerinin meydana gelmesine neden olurlar. Organik matriksin fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi için inorganik partikülleri ilave edilir. İnorganik partiküller cam, kuartz, silikat, seramik ve/veya silika partiküllerini içerir. Farklı renklerin oluşması için kompozitlerin içerisine ayrıca çeşitli organik ve inorganik pigmentler ilave edilir.^{75,91}

Kompozitler organik matriksin özelliklerine göre üç başlık altında sınıflandırılırlar.⁹¹

1- İki pat sistemi

- Kimyasal sertleşen kompozit,
- Kendi kendine sertleşen kompozit.

2- Işık ile sertleşen kompozit

- Işık ile polimerize olan kompozit,
- Görünür ışık ile sertleşen kompozit.

3- İkili polimerize olan kompozit

- Işık ile sertleşme + kendi kendine sertleşme.

1960 yılından beri mesleğimizde mevcut olan ve dentin bonding ajanlarıyla birlikte kullanılan kompozit rezinler restoratif diş hekimliğinden sonra endodontik cerrahiye adapte edilen bir başka retrograd dolgu materyalidir.^{75,98}

Safavi ve arkadaşları⁹⁹, iki farklı amalgam ve kompozit rezin retrograd dolguları hücre kültürlerinde ve scanning elektron mikroskopunda inceleyerek biyouyumluluğunu ve kenar adaptasyonunu değerlendirdikleri çalışmalarında kompozit rezinin amalgama göre daha iyi kenar adaptasyonu gösterdiğini fakat biyouyumlulukta amalgamın daha üstün olduğunu belirtmişlerdir.

Kompozitler her ne kadar retrograd dolgu materyali olarak kullanılabilir olsa da özellikle polimerizasyon büzülmesi sonucu oluşan boşluklar nedeniyle sızıntının fazla olacağı düşüncesi ve materyalin sertleşmesini olumsuz olarak etkileyen neme karşı olan hassasiyeti dolayısıyla kullanımı yaygınlaşmamıştır.^{100,101}

Çinko Oksit Öjenol Siman

Çinko oksit öjenol simanı, çinko oksit tozu ile öjenol likidinden oluşmaktadır. Bu pat öjenolün su ile yer değiştirmesiyle sertleşir. Su emme eğiliminden dolayı, retrograd dolgusu olarak kullanıldığı zaman, uzun dönemde simanın bütünlüğünün bozulmasına ve dağılmasına neden olur. Çinko oksit öjenol su veya doku sıvılarıyla temasa geçtiğinde çinko hidroksit ve öjenole hidrolize olur. Serbest kalan öjenol, konsantrasyonuna bağlı olarak istenilmeyen etkiler gösterebilir. Öjenol, prostoglandin sentezini inhibe edebilir ve yine öjenol, sinirsel aktiviteyi ve mitokondriyal respirasyonu engeller, oral mikroorganizma florasını bozar ve allerjen olabilir. Orijinal çinko oksit öjenol siman zayıftır ve uzun sürede sertleşir.^{14,75}

Bu problemlerin üstesinden gelinebilmesi ve çinkooksit öjenolün retrograd dolgu materyali olarak kullanılabilmesi için modifiye edilmesi ve çözünürlüğü ve öjenol serbestlemesinin de azaltılması önerilmektedir.⁷⁰

Super-ethoxy benzoic acid (EBA) ve intermediate Restorative Material (IRM) güçlendirilmiş çinko oksit-öjenol yapıları materyalleri olup çinko oksit öjenol simanların dayanıklılığını arttırmak ve sertleşme sürelerini azaltmak için geliştirilmiştir.¹⁰

Super-ethoxy Benzoic Acid (Super EBA)

Super EBA, toz ve likit olmak üzere iki komponentten meydana gelmektedir. Materyalin tozu; % 60 oranında çinko oksit, % 34 oranında alumina ve % 6 oranında natural resinden oluşur. Likidi ise % 37,5 oranında öjenol, % 62,5 oranında etoksibenzoikasitten meydana gelir. Etoksibenzoikasit, temel çinko oksit öjenol simanın dayanıklılığını ve sertleşme zamanını geliştirmiştir.¹⁰²

Super EBA, gerektiği gibi karıştırıldığında uygun bir sızdırmazlık ve minimal doku toksisitesi sağlar ve uygulanabilirliği iyidir. Ancak super EBA'nın karıştırılması zordur, daha çok çaba ister.¹⁰³

Super EBA, IRM nin içerdiği öjenolün yaklaşık olarak üçte birini içerir ve nemli ortamda diş yapısına yapışır. Aynı zamanda kendi kendine yapışma özelliği de iyidir ve gerek duyulduğunda arttırılabilir. Bu materyal radyografide radyopak bir görünüme sahiptir ve rezorbsiyona karşı direnci yüksektir.¹⁰²

Pitt Ford ve arkadaşları¹⁰⁴ maymunlar üzerinde super EBA, IRM ve amalgamı retrograd dolgu materyali olarak kullanmış ve replantasyon sonrasında iyileşme üzerine etkilerini incelemişlerdir. 8 hafta sonunda super EBA'yı IRM ve amalgama göre daha başarılı bulmuşlardır.

Intermediate Restorative Material (IRM)

IRM, toz ve likit olmak üzere iki komponentten meydana gelmektedir. Materyalin tozu; % 80 oranında çinko oksit, % 20 oranında polimetilmetakrilattan oluşur. Likidi ise % 99 oranında öjenol, % 1 oranında asetik asitten meydana gelir.¹⁰²

IRM, ilk defa 1978 yılında Oynick ve Oynick tarafından retrograd dolgu materyali olarak klinik bir çalışmada kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bunu takiben pek çok araştırmacı IRM'yi retrograd dolgu materyali olarak kullanmıştır.^{102,105,106}

Doku tolerans çalışmalarında IRM, 90 gün sonrasında çok az veya hiç enflamasyon göstermemiştir. Yine IRM biyouyumlu özellikte olduğu tespit edilmiş ve sıklıkla endodontik retrograd dolgu uygulamalarında kullanılmıştır.¹⁴

Maher ve arkadaşları¹⁰⁷ yaptıkları çalışmada IRM'nin enfeksiyona karşı dirençli olduğunu ve iyileşme potansiyelinin yavaş bir şekilde gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Dorn ve Gartner¹⁰⁵ klinik ortamda 488 hastada retrograd dolgu materyali olarak IRM, super EBA ve amalgam kullanmışlar ve başarı oranının radyografik olarak incelemişler. Sonuçta IRM uygulanan vakalarda % 91, super EBA uygulanan vakalarda % 95 ve amalgam uygulanan vakalarda ise % 75 oranında başarı elde etmişler, IRM ile super EBA arasında istatistiksel olarak bir fark olamamakla birlikte amalgama göre daha başarılı olduğunu göstermişlerdir.

Modifiye edilmemiş IRM'nin parçalanmadan stabil kalabileceği tespit edilmiş ve retrograd dolgu materyali olarak kullanımının uygun olduğu belirtilmiştir.¹⁴

Mineral Trioksit Agregate (MTA)

Bir retrograd dolgu materyali olarak 90'lı yılların başlarında üretilen⁷¹ MTA, 1993 yılında Lee ve arkadaşları¹⁰⁸ tarafından yapılan çalışma ile literatürdeki yerini almıştır. 1998 yılında FDA (Food and Drug Administration) tarafından onaylanmasıyla, tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. MTA hem cerrahi hem de cerrahi olmayan uygulamalarda kullanılmıştır.^{108,109}

Son zamanlarda MTA'nın retrograd dolgu materyali olarak kullanımı başarılı olmuştur. MTA tozu hidroksiapatit parçacıkları içermektedir. Esas bileşenleri trikalsiyum slika, trikalsiyum aluminat, trikalsiyum oksit ve silika oksittir. Bunlara ek olarak MTA, kimyasal ve fiziksel özelliklerinden sorumlu olan küçük miktarda diğer mineral oksitleri de içermektedir. Radyoopasite için ise içine bizmut oksit tozu eklenmiştir.¹⁴

MTA yeni bir materyal olmasına rağmen pek çok araştırmaya tabi tutulmuştur. Özellikle de FDA'nın onayını almasıyla da MTA ile ilgili çalışmalar artmıştır.

Torabinejad ve arkadaşları¹¹⁰ köpek dişleri üzerinde retrograd kavitelere kullandıkları MTA'yı amalgam ile doku reaksiyonlarını karşılaştırmışlar. Sonuçta MTA'nın amalgama göre daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Doku reaksiyonunun incelendiği bir başka çalışmada MTA, IRM ile karşılaştırılmış, retrograd dolgu maddesi olarak kullanılan materyaller 1 ve 5 haftalık dönemlerde incelenmiş ve sonuç olarak MTA kullanılan dişlerde dolgu çevresinde sert doku oluşumu gözlenirken, IRM de sert doku oluşumuna rastlanılmamıştır.¹¹¹

Adamo ve arkadaşları¹¹² MTA, Super-EBA, kompozit ve amalgamın bakteriyel sızdırmazlıklarını incelemişler. 4, 8 ve 12. haftalarda yapılan değerlendirmelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Torabinejad ve arkadaşları⁷¹ retrograd dolgu materyali olarak kullandıkları MTA, Super-EBA ve amalgamın sızdırmazlık özelliklerini inceledikleri çalışmalarında en fazla mikrosızıntıyı amalgamın, en az sızıntıyı ise MTA'nın gösterdiğini tespit etmişlerdir.

MTA, cam iyonomer siman, Super EBA ve amalgamın retrograd dolgu maddesi olarak kullanıldığı bir başka çalışmada 24 saat, 3, 6 ve 12 aylık sürede oluşan mikrosızıntı değerleri incelenmiş. İlk 24 saat sonunda MTA en fazla sızıntıyı gösterirken, daha sonraki deney zamanlarında MTA ve cam iyonomer simanın diğer materyallerden daha az sızıntı oluşturduğu gösterilmiştir.¹¹³

Polikarboksilat Siman

Diş hekimliğinde kaide maddesi, geçici dolgu maddesi, yapıştırıcı siman ve fissür örtücüsü olarak kullanılan polikarboksilat simanlar toz ve likitten oluşmaktadır. Tozu sinterize edilmiş çinko oksit, likidi ise sulandırılmış poliakrilik asittir.

Polikarboksilat simanlar, organo-inorganik bir yapıda olup, yarı plastik maddelerdir. Likit ve toz karıştırıldığında karboksil grupları birleşerek çapraz bağlantılar yaparak polimerize olurlar. Ayrıca likitte bulunan karboksilat gruplarının bir kısmı diş sert dokularındaki kalsiyum atomlar ile reaksiyona girerek diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanabilirler.⁷⁵ Bu özellikleri sayesinde retrograd dolgu materyali olarak da kullanılmışlardır.¹¹⁴⁻¹¹⁶ Polikarboksilat simanlarla ilgili yapılan bir çalışmada retrograd dolgu materyali olarak yetersiz oldukları fakat örtüleme yeteneklerinin amalgamla benzer özellikte olduğu gösterilmiştir.¹¹⁴ 6 aylık takip süresince yapılan bir başka çalışmada polikarboksilat simanların amalgama oranla daha fazla sızıntı gösterdiği belirtmişlerdir.¹¹⁵

Alhadainy ve arkadaşları¹¹⁶ polikarboksilat simanı amalgam, cam iyonomer siman ve güttä perka ile karşılaştırmışlar, polikarboksilat simanın sızıntısının fazla olduğunu buna karşılık cam iyonomer simanın anlamlı derecede daha az sızdırdığını belirtmişlerdir.

Güttä Perka

Güttä perka Güney Afrika'da bulunan Isonandra percha ağacının sadeleştirilerek kurutulmuş öz suyundan elde edilen doğal bir organik polimer moleküldür. Ana bileşenlerini %66 oranında çinko oksit, % 20 oranında güttä perka, % 11 oranında radyoopasitesini sağlayan metal sülfat ve % 3 oranında da pigmentler, iz elementer, rezin ve mum oluşturmaktadır. Güttä perka temel olarak fazındadır ve termoplastik kök kanal dolgu yönteminde kullanılmaktadır. Geleneksel güttä perka konlar ise β fazındadır ve yaklaşık 47°C'de α faza dönüşürler. Alfa ve beta fazlardaki güttä perkanın mekanik özelliklerinde belirgin bir farklılık gözlenmezken termal ve hacimsel farklılıkları olduğu belirtilmiştir. Klinik uygulamalarda meydana gelen bu faz değişimi hacim kaybına, dolayısıyla da mikrosızıntının artmasına neden olmaktadır.⁵⁶

Gütta perka ile yapılan retrograd dolgularda ilk üç haftada başarı sağlanmasına rağmen 1,2 ve 3 aylık peryot sonunda sızıntının arttığı tespit edilmiştir. Gütta perka kök kanal sistemini doldurmada başarıyla kullanılmasına rağmen, retrograd dolgu materyali olarak tevsie edilmemektedir.¹⁴

Kavit

Kavit, kalsiyum sülfat ve çinkooksit içerikli geçici dolgu materyalidir.⁷⁵ Uygulamasının kolay olması, herhangi bir karıştırma ya da manipulasyon gerektirmemesinden dolayı yıllarca retrograd dolgu materyali olarak kullanılmıştır.^{81,117-120} Kavitin sertleşmesi için neme gereksinimi vardır. Donma reaksiyonunda genişirler ve su emerler. Ağız içi sıvılarında erirlikleri yüksektir.⁷⁵ Bunun sonucu olarak kavitin retrograd dolgu materyali olarak uygulandığı çalışmalarda parçalanıp örtülenme yeteneğini yitirdiği ve sızıntı oluşturduğu gözlemlenmiştir.¹¹⁵⁻¹²¹

Altın Yaprak

Diş hekimliğinde altın, restorasyon materyali olarak sıklıkla kullanılmaktadır ve en iyi restorasyon materyallerinden biridir. Ancak özel teknik ve beceri gerektirmesi ve pahalı olması kullanımını sınırlı bırakmış, yerini zaman bağılı olarak diğer dolgu maddeleri almıştır.¹²²

Altın yaprağın retrograd dolgu materyali olarak kullanıldığı bir çalışmada tedavi edilen dişlerin apikal bölgesindeki kemik iyileşmesinin mükemmel olduğu belirtmiştir.¹²² Bir başka çalışmada ise altın yaprağı amalgamla karşılaştırmışlar ve kemik iyileşmesinde anlamlı bir farklılık olmadığı gösterilmişlerdir.¹²³

Apikal Mikrosızıntı İnceleme Yöntemleri

Mikrosızıntı, dolgu materyali ve diş dokusu arasından sıvılar, bakteriler ve birtakım kimyasal maddelerin geçişi olarak tarif edilmiştir.¹¹⁴ Diş dokusu ile dolgu

materyali arasında sıvı geçişine izin verebilecek bir aralık bulunması nedeniyle oluşan bu durum, dolgu materyalinin kök kanal duvarına bağlanma yeteneğindeki bir eksiklik ile patların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bir sonucu olabildiği gibi simanların çözünürlüklerindeki ve sertleşme veya büzülme katsayılarındaki farklılıklarından dolayı da olabilmektedir.¹¹⁴

Retrograd dolgularda oluşacak olan mikrosızıntı istenilmeyen bir durumdur. Farklı retrograd dolgu materyallerinin sızdırmazlık özelliklerini incelemek ve bunları birbirleriyle kıyaslamak için çok çeşitli sızıntı inceleme yöntemleri uygulanmıştır. Bunlar arasında boya sızıntı yöntemi, elektrokimyasal sızıntı yöntemi, otoradyografi yöntemi, bakteriyel sızıntı yöntemi, insan serum sızıntı yöntemi ve sıvı filtrasyon yöntemi sayılabilir.²⁰⁻²⁶

1. Boya sızıntı yöntemi

Bu yöntemde retrograd dolgu yapıldıktan sonra kök ucu haricindeki tüm dış yüzeyler tırnak cilası veya parafinle kapatılır. Hazırlanan numuneler belirli bir süre ve belirli bir yoğunluktaki boya solüsyonu içerisine bırakılır. Sonra buldukları ortamdan çıkarılarak suyla yıkanan ve ekseni boyunda ikiye ayrılan diş kökleri mikroskop altında incelenir. Boyanın apikalden koronale doğru sızdığı en uzak nokta milimetrik olarak ölçülerek apikal sızıntı değerlendirilir.^{1,124} Boya sızıntı yönteminin uygulamasının kolay, maliyetinin ucuz ve nispeten kantitatif olmasından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte incelenen kök örnekleri zarar gördüğü için tekrarlanan ölçümlerin yapılamaması, birçok boyanın moleküler boyutlarının bakteri boyutlarından daha küçük olması, solüsyonun yapısının zamanla asidik özellik kazanması sonucunda çalışmalarda kullanılan dişlerin ve dolgu maddelerinin yapısında tahribata yol açması ve diş yapısı ile dolgu maddesi arasında hapsolmuş havanın boyanın penetrasyonunu engelleyebilmesi gibi dezavantajlara sahip olması yöntemin

güvenilirliğini etkileyebilmektedir.^{11,26,125-128}

2. Elektrokimyasal yöntem

Bu yöntem, iki metal parçasının bir elektrolit içerisinde daldırılması ve güç kaynağı ile bu iki metal parça arasında elektrik akımı oluşturulması esasına dayanır. Kanal dolgusu içerisinde yerleştirilen parça anot, dişin içine bırakıldığı potasyum klorür solüsyonu elektrolit ve paslanmaz çelik tel katot görevi yapmaktadır. Potasyum ve klorür iyonlarının kök kanallarından geçmesiyle elektrik akımı oluşturulur. Akımın büyüklüğü sızıntı derecesini gösterir.^{1,22} Bu sistemde anot uç üzerinde zamanla korozyon artıkları birikir. Bu birikim iyon akışını engellemekte ve sızıntı değerlerinin doğru olarak okunamamasına neden olmaktadır.²⁶

3. Otoradyografi yöntemi

Bu yöntemde incelenecek olan dişler ³²S, ¹²⁵I gibi herhangi bir radyoizotop solüsyonu içerisinde yerleştirilip belirli bir süre bekletilir. Daha sonra dişler, periapikal filmlerin emülsiyon yüzeylerine yerleştirilir. Beta ışınlarının oluşturduğu ekspozitif foglar incelenerek sızıntı ölçümleri yapılır.^{24,129} Ancak çalışma şartlarının zor olması, kullanılan maddelerin insan ve çevre için zararlı olması ve radyoizotop çaplarının bakteri çaplarından çok daha küçük olması radyoizotop yönteminin kullanımında karşılaşılan dezavantajlardandır.^{24,126}

4. Bakteriyel sızıntı yöntemi

Bu yöntemde kullanılacak dişlerin foramen apikale dışındaki dış yüzeyleri kaplanır. Hazırlanan dişler gram (+) veya gram (-) bakteri kültürü ve besiyeri içine gömülür. Belirli bir inkübasyon süresinin bitiminden sonra besiyerinde bulunan özel işaretleyici solüsyonun renk değiştirip değiştirmediği günlük kontrollerle tespit edilip apikal sızıntı değerlendirilir.²⁰ Bu yöntemin en büyük zorluğu deney aşamasında steril ve dikkatli çalışmanın sağlanabilmesidir. Aksi halde mikroorganizma kontaminasyonu

hatalı sonuç alınmasına yol açabilmektedir.²³

5. İnsan serumu yöntemi

Bu sistemde kullanılan dişlerin apikal kısımları doldurulduktan ve foramen apikale hariç diğer dış yüzeyleri kapatıldıktan sonra her kök kanalına radyoaktif C insan serum albümini enjekte edilmektedir. Kron kavitesinin kapatılmasından sonra diş köklerinin 3-4 mm.lik uç kısımları fizyolojik insan serum albümini solüsyonu içerisine batırılmaktadır. Belirli bir süre sonunda insan serum albümininin 5 ml'lik kısmı geri çekilir. İçindeki radyoaktif C insan serum albümini miktarı spektrometre cihazı yardımıyla ölçülerek oluşan sızıntı değerlendirilir.²¹

6. Sıvı filtrasyon yöntemi

İlk olarak Derkson ve arkadaşları¹³⁰ tarafından geliştirilmiş ve Wu ve arkadaşları¹³¹ tarafından ise modifiye edilmiş olan sıvı filtrasyon yöntemi, sürekli bir basınç altında diş yüzeyi ile dolgu arasında hareket eden sıvı miktarının değerlendirmesi esasına dayanmaktadır. Apikal sızıntı çalışmaları için geliştirilmiş ve popülaritesi gittikçe artan bu teknik pek çok avantaja sahiptir. Bunlardan bazıları:

- Hazırlanan numunelerin zarar görmemesi,
- Belirli aralıklarla ve tekrarlanabilir bir şekilde üç boyutlu ölçümler yapılabilmesi,
- Daha kantitatif ve objektif sonuçlar elde edilebilmesi,
- Kullanılan pozitif basınç sayesinde hapsolmuş hava ve sıvının neden

olabileceği problemlerin elimine edilebilmesidir.^{26,114,132-134}

Bu sistem çeşitli amaçlarla kullanılmasına rağmen araştırmalar daha çok retrograd dolgu maddelerinin mikrosızıntısı ve dentin geçirgenliği üzerinde yoğunlaşmıştır. Birçok araştırmacı bu sistemle retrograd dolgu maddelerinin mikrosızıntı değişimlerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir.^{132,135-138}

MATERYAL VE METOD

Deney Dişlerinin Hazırlanması

Çalışmamızda çeşitli nedenlerle çekilmiş iyi durumda olan alt ve üst çene kanin dişlerini içeren 111 adet insan dişi kullanıldı. Dişler, hacimsel olarak çalışma şartlarına ve birbirlerine göre uygun boyutlarda olmasına özellikle dikkat edildi. Bu dişler çekildiği andan itibaren serum fizyolojik içerisinde bekletildi. Çalışmamızda kullanılacak olan bu dişlerin üzerindeki sert ve yumuşak doku artıkları periodontal bir alet yardımıyla temizlenerek uzaklaştırıldı. Sonra % 1,25'lik sodyum hipoklorit içerisinde 5 dakika bekletilerek dezenfeksiyonu yapıldı. Her bir diş g ö l e v e X5 büyütme loop (Keeler Instrument Inc., USA) (Şekil 1) altında incelendi. Bu değerlendirme sonucunda;

- Apeksinde formasyon bozukluğu olan,
- Kök defekti bulunan,
- Kök çatlağı veya kırığı olan,
- Kök gelişimini tamamlamamış olan,
- Birbirleriyle hacimsel ve boyutsal uygunluk taşımayan dişler tespit

edilerek çalışmadan çıkarıldı.



Şekil 1. Çalışmada kullanılacak olan dişlerin değerlendirilmesinde kullanılan loop

Hazırlanan dişler laboratuvar çalışması yapılincaya kadar oda sıcaklığında serum fizyolojik içerisinde bekletildi. Daha sonra bu dişlerin kronları, mine-sement sınırı rehber alınarak düşük hızlı bir elmas separe (Dedeco International Inc., USA) ile su soğutması altında kesildi. Dişlerin kök pulparları ekstirpe edilerek her bir diş için kanal boyları ayrı ayrı tespit edildi. Bu işlem için 15 numara H tipi kanal eğesi (Mani Inc., Tochigi, Japan) kullanıldı. Eğenin ucu apeksten görününceye kadar kanal içerisinde ilerletilerek belirlendi ve boyu ölçüldü. Bu boydan 1mm güvenlik payı çıkartılarak çalışma boyu tespit edildi. Kanallar, çalışma boylarına sadık kalınarak Hero 642 sistemi (Micro-Mega, France) (Şekil 2) ile üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda crown-down tekniği kullanılarak şekillendirildi.



Şekil 2. Kök kanallarının şekillendirilmesinde kullanılan Hero 642 sistemi eğe seti

Hero 642 sisteminde belirtilen 3 farklı kök kanalı tanımı içerisinde çalışmamızda kullandığımız dişler 1. tip tanımlama olan kolay kök kanalları uygulmasına uygun olmaktadır. Bundan dolayı kanallar şekillendirirken Hero Endo-Box'ta 10 dereceden daha az eğimli olan ve kolay diye ifade edilen kök kanalları için gösterilmiş mavi çizgi üzerindeki kanal aletleri sırasıyla kullanıldı. Önce, %6 açılı kanal aleti ile kök kanalının 1/3 lük kron kısmında, sonra %4 açılı kanal aleti ile fizyolojik foramen apikaleye 2 mm kadar yaklaşarak, ve en son %2 açılı kanal aleti ile çalışma uzunluğunda şekillendirme yapıldı. Preparasyon boyunca her bir eğenin değiştirilmesi sırasında kök kanalları 1ml %5'lik sodyum hipoklorit (Ak-kim, KimyaSanayii ve Ticaret AŞ, İstanbul, Türkiye) ile yıkandı. Şekillendirme toplam 3 kanal aleti kullanarak bitirildi. Dehidratasyonu önlemek için preparasyon sırasında kökler nemli gazlı bez içerisinde tutuldu.

Yıkama işlemi bittikten sonra her bir kanal kağıt konlarla (Aceonedent Korea Ind. Co., korea) kurutuldu. Kurulama işlemi bittikten sonra kanallar gutta-perka (Aceonedent Korea Ind. Co., korea) ile soğuk lateral kompaksiyon yöntemi kullanılarak dolduruldu. Kök kanalı doldurulmadan önce kullanılacak olan ana konun çalışma boyutu ile uyumu kontrol edildi. Kullanılacak olan ana kon kanal içine yerleştirildi. Oluşturulan boşluğa kullanılan spreader (Mani Inc., Tochigi, Japan) ile uyumlu yardımcı konlar yerleştirildi. Bu işleme kanal içine 2-3 mm kron kısmında spreader sıkışacak seviyeye gelinceye kadar devam edildi. Kanal içine yerleştirilen gutta-perka konlar ısıtılmış metal bir alet ile uzaklaştırıldı. Sonra giriş kaviteleri Cavit (Espe, Seefeld, Germany) ile kapatıldı.

Retrograd kavite hazırlama aşamasında ilk önce kökün apikalinden 3 mm'lik kısım, dişin uzun eksenine göre bucco-lingual yönde 0-10 derece açı yapacak şekilde, tersine konik elmas frezle (KG Sorensen, Brazil) yüksek devirde, su soğutması altında kesildi. Daha sonra tüm örnekler #2 nolu çelik ront frez (Ela, Engelskirchen, Germany) yardımıyla, köklerin apikal rezeksiyon yapılmış yüzeylerinde kanal içinde, 3 mm derinliğinde retrograd kaviteler hazırlandı. Bu işlemlerden sonra hazırlanan dişler test edilecek maddelerle doldurulmak üzere serum fizyolojik içerisinde beklemeye alındı.

Deney Gruplarının Oluşturulması

Hazırlanan örnekler, rastgele seçilen ve her biri 15 dişten oluşan 7 deneme grubuna ve 3'er dişten oluşan pozitif ve negatif gruplarına ayrıldı.

Kullanılan simanların özellikleri Tablo 3'de gösterildi.

Tablo 3. Çalışmada retrograd dolgu materyali olarak kullanılan materyaller ve üretici firmaları

Dolgu Maddesinin Tipi	Dolgu Maddesinin Adı	Firma Adı	Ülke
Geleneksel Cam İyonomer Siman	İonofil	Voco	Germany
	Ketac Molar Quick Aplicap	Espe	Germany
Metal Destekli	Argion Molar AC	Voco	Germany
Geleneksel Cam İyonomer Siman			
Rezin Modifiye	Photac Fil Quick Aplicap	Espe	Germany
Cam İyonomer Siman	GC Fuji II LC Capsule	GC Corporation	Japan
Poliasit Modifiye	Dyract Extra	Dentsply	Germany
Kompozit Rezin	Glasiosite Caps	Voco	Germany

I. Grup: Bu gruptaki dişler İonofil dolgu maddesi ile dolduruldu. İonofil, toz ve likitten oluşmaktadır. Cam yüzeye eşit miktarda toz ve likit konarak 1 dakikayı geçmeyecek şekilde karıştırıldı. Karışım daha önce % 3'lük hidrojen peroksit ile yıkanmış ve hava ile kurutulmuş olan retrograd kaviteye sert bir plastik spatül yardımıyla yerleştirildi. Sonrasında fazlalıklar uzaklaştırılarak işlem bitirildi.

II. Grup: Bu gruptaki dişler Ketac Molar Quick Aplicap dolgu maddesi ile dolduruldu. Bu materyal kapsül içerisinde sunulan bir geleneksel cam iyonomer simandır. Bu materyalin dişe kimyasal bağlanmanın en iyi şekilde gerçekleşmesi için kavite hazırlaması aşamasında meydana gelen smear tabakasını uzaklaştırmak için kavite yüzeyine Cavity Conditioner (GC Corporation, Tokyo, Japan) uygulandı. 10 saniye beklendikten sonra bol su ile yıkanarak 2-3 kez aşırı olmayacak şekilde yarı mat bir görüntü elde edilinceye kadar hava sıkılarak kurutuldu. Kapsüller aktive edildikten

sonra 10 saniye süreyle RotoMix (Espe, Seefeld, Germany) ile karıştırıldı. Hazır olan materyal kendi uygulama aletiyle kaviteye aktarıldı. Artıklar temizlenerek işlem bitirildi.

III. Grup: Bu gruptaki dişler Argion Molar AC ile dolduruldu. Argion Molar AC uygulama kapsülleri halinde sunulan gümüş içerikli ve tepilebilir bir cam iyonmer simanıdır. Hazırlanan kaviteye % 3'lük hidrojen peroksit uygulandı. Daha sonra kavite bol su ile yıkandı ve 2-3 kez aşırı olmayacak şekilde yarı mat bir görüntü elde edilene kadar hava sıkılarak kurutuldu. Kapsüller aktive edildikten sonra 10 saniye süreyle RotoMix (Espe, Seefeld, Germany) ile karıştırıldıktan sonra materyal kendi uygulama aletiyle kaviteye uygulandı ve artıklar temizlenerek işlem bitirildi.

IV. Grup: Bu gruptaki dişler Photac Fil Quick Aplicap ile dolduruldu. Photac Fil Quick Aplicap, kapsül içerisinde sunulan ışıktta sertleşen bir rezin modifiye cam iyonmer siman tipidir. Hazırlanan kaviteden smear tabakasını uzaklaştırmak için Cavity Conditioner (GC Corporation, Tokyo, Japan) kullanıldı. Daha sonra kavite bol su ile yıkandı ve nemden hava spreri kullanılarak arındırıldı. Kapsüller aktive edildikten sonra 10 saniye süreyle RotoMix (Espe, Seefeld, Germany) ile karıştırıldı. Hazır olan materyal kendi uygulama aletiyle kaviteye uygulandı ve artıklar temizlenerek son şekil verildi. Dolgu maddesinin sertleşmesi için 20 saniye süreyle led ışık cihazı (Espe, Seefeld, Germany) ile polimerize edilerek işlem bitirildi. Dolgu maddesi iki tabaka halinde uygulandı.

V. Grup: Bu gruptaki dişler Fuji II LC Capsule ile dolduruldu. Bu materyal, ışıkla sertleşen rezin modifiye cam iyonmer simanıdır. Hazırlanan kaviteden smear tabakasını uzaklaştırmak için Cavity Conditioner (GC Corporation, Tokyo, Japan) kullanıldı. Daha sonra kavite bol su ile yıkandı ve nemden arındırıldı. Kapsüller aktive edildikten sonra 10 saniye süreyle RotoMix (Espe, Seefeld, Germany) ile karıştırıldı.

Hazır olan materyal kendi uygulama aletiyle kaviteye uygulandı ve artıklar temizlenerek son şekil verildi. Dolgu maddesinin sertleşmesi için 20 saniye süreyle led ışık cihazı (Espe, Seefeld, Germany) ile polimerize edilerek işlem bitirildi.

VI. Grup: Bu gruptaki dişler Dyract Extra dolgu materyali ile dolduruldu. Dyract Extra, ışıktta sertleşen poliasit modifiye kompozit rezindir. Bu materyal yine Dentsply tarafından üretilen ve Dyract Extra paketi içerisinde sunulan Prime&Bond NT ile birlikte kullanıldı. Bu işlem için öncelikle Cavity Conditioner (GC Corporation, Tokyo, Japan) kaviteye uygulandı, sonra kavite bol su ile yıkanarak artıklar uzaklaştırıldı ve aşırıya kaçmayacak şekilde hava spreyi ile kurutuldu. Hazır olan kaviteye Prime&Bond NT uygulaması aşamasına geçildi. Bunun için tek kullanımlık fırça ile yaklaşık 20 saniye süreyle bond kaviteye tatbik edildi. Adhesive tabakanın tüm yüzeyde eşit yayılımını sağlamak için 5 saniyelik süreyle hava spreyi ile yaydırıldı ve 10 saniye süreyle led ışık cihazı (Espe, Seefeld, Germany) kullanılarak polimerize edildi. Sonra test edilecek dolgu materyali kaviteye uygulandı ve aynı led cihazıyla 20 saniye süresince polimerize edilerek işlem bitirildi.

VII. Grup: Bu gruptaki dişler Glasiosite Caps dolgu materyali ile dolduruldu. Glasiosite Caps, ışıktta sertleşen poliasit modifiye kompozit rezindir. Bu materyal paket içerisinde kullanıma sunulan FuturaBond (Voco, Germany) ile birlikte kullanıldı. Bu işlem için öncelikle Cavity Conditioner (GC Corporation, Tokyo, Japan) kaviteye uygulandı, sonra kavite bol su ile yıkandı ve aşırıya kaçmayacak şekilde hava spreyi ile kurutuldu. Sonuçta nemli ama çok ıslak olmayan bir dentin elde edildi. Hazır olan kaviteye Futurabond uygulaması aşamasına geçildi. Bunun için bir damla Likit A ve bir damla Likit B karıştırma paletinde tek kullanımlık fırça ile yaklaşık 5 saniye kadar karıştırıldı. Sonra adhesive, kaviteye yine fırça yardımıyla uygulandı ve 20 saniye beklendi. Adhesiv tabakası 5 saniye kurutulduktan sonra 10 saniye süreyle Led ışık

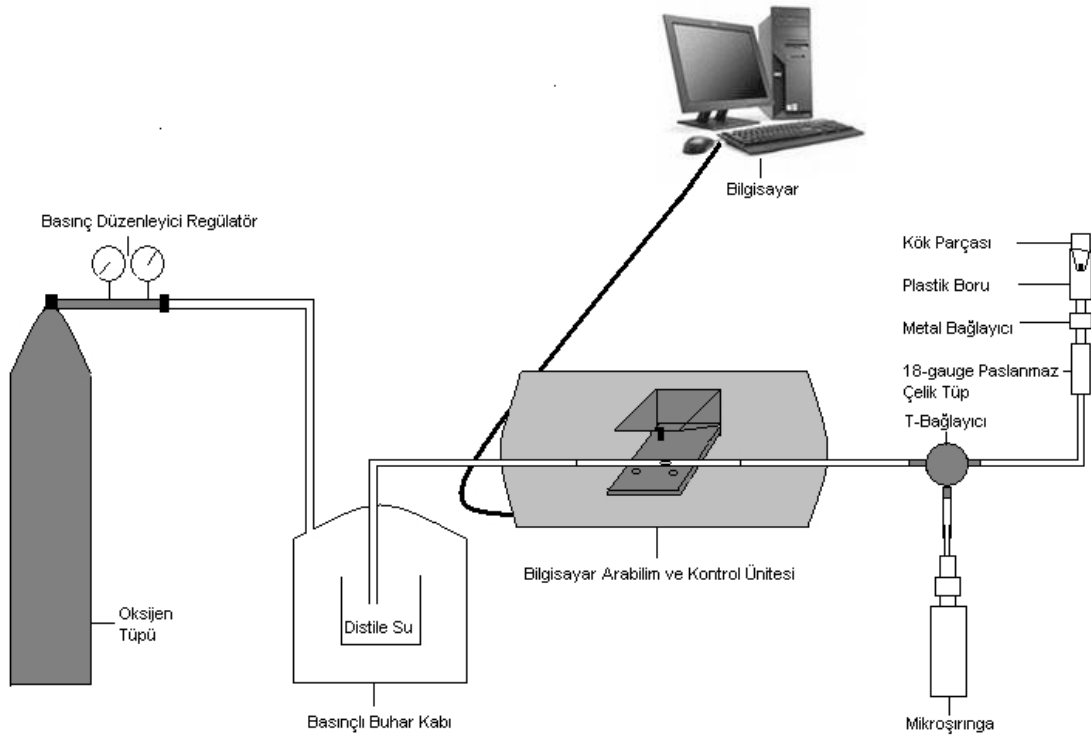
cihazı (Espe, Seefeld, Germany) ile polimerize edildi. Sonra test edilecek dolgu materyali kaviteye uygulanarak son şekil verildi ve 40 saniye süreyle Led ışık cihazı (Espe, Seefeld, Germany) ile polimerize edilerek işlem bitirildi.

Kontrol grubundaki dişlerin 3 tanesi pozitif kontrolde kullanılmak üzere retrograd kavite doldurulmadan boş bırakıldı. Geri kalan 3 tane diş kökü ise negatif kontrolde kullanılmak üzere retrograd kavite herhangi bir materyalle dolduruldu. Hazırlanan tüm numunelerin kök yüzeyleri tırnak cilası ile iki tabaka halinde kaplandı. Negatif kontrol grubundaki numunelerin ise tüm yüzeylerine iki tabaka halinde tırnak cilası uygulandı.

Bu işlemlerden sonra tüm numuneler, deney yapılıncaya kadar % 100 nemli bir ortamda bekletildi.

Sıvı Filtrasyon Deneyi

Çalışmamızda uyguladığımız sıvı filtrasyon tekniğinde, sürekli olarak sabit bir su basıncı altında, suyun apikal bölgeden geçerek sızıntı oluşturması sağlandı. Sızıntı miktarının tespiti cam pipet içerisindeki hava kabarcığının hareketi ile takip edildi. Hava kabarcığının hareket miktarı ile sıvı filtrasyon hacmi ölçüldü. Apikal mikro sızıntı ölçümlerinde, Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi'nde mevcut olan, Wu ve ark.¹³¹ tarafından tarif edilen sıvı filtrasyon düzeneğinin üzerinde Oruçoğlu ve ark.¹³⁹ tarafından değişiklikler yapılarak hazırlanan bilgisayar kontrollü sıvı filtrasyon deney düzeneği kullanıldı (Şekil 3). Düzenekte cam mikropipet içerisindeki hava kabarcığının sıvının filtrasyonu sonucu birim zamandaki hareketini ölçen bilgisayarın kontrol ettiği lazerli ölçüm sistemi kullanıldı.



Şekil 3. Bilgisayar destekli sıvı filtrasyon yöntemi ile apikal mikrosızıntı ölçüm düzeneği

Deney dişlerinin sisteme bağlanması

İncelenecek her bir apikal kök parçası öncelikle plastik bir boru ve bir metal bağlayıcı ile 18 gauge'lik paslanmaz çelik tüpe bağlandı. Bunun için kökler iç çapı 3 mm, dış çapı 6 mm ve uzunluğu 4 cm olan plastik borular içerisine, apikal kısım içeride kron kısmı serbest kalacak şekilde yerleştirildi. Köklerin plastik boru dışında kalan 2 mm'lik koronal kısımları ile plastik boru arasında oluşabilecek herhangi bir sızıntı ihtimaline karşı bu bölgelere siyanoakrilat yapıştırıcı (Zapit, Dental Ventures American Inc., USA) uygulandı.

Plastik boru ve bir metal bağlayıcı ile 18 gauge'lik paslanmaz çelik tüpe bağlanarak hazır hale getirilen her bir numune, bir polietilen boru yardımı (Fisher

scientific, Pittsburgh, PA) ile 25 µl.lik cam mikro pipete (Microcaps, Fisher Scientific, Pittsburgh, PA) bağlandı. 25 µl.lik cam mikro pipet ile 18 gauge paslanmaz çelik tüp arasına bir mikro şırınga yerleştirildi. Basıncın sürekli olarak istenilen düzeyde sabit kaldığını gözlemek için oksijen tüpüne gösterge ilave edildi (Şekil 4). Bu gösterge bir polietilen boru yardımıyla basınçlı tampon rezervuarına bağlanarak deney düzeneği tamamlandı. Mikro şırınga ile yaklaşık 1 mm kadar su geri çekilerek tüm cam mikro pipet, mikro şırınga, polietilen boru ve hazırlanan dişlerin apikalında kalan plastik boru distile su ile dolduruldu. Su dolu polietilen boru içerisinde bırakılan bir hava kabarcığı mikro şırınga yardımıyla hareket ettirilerek, cam mikropipetin içinde konumlandırıldı. Bu hava kabarcığının sıvının filtrasyonu sonucu oluşan birim zamandaki hareketini ölçmek için bilgisayarın kontrol ettiği lazerli ölçüm sistemi kullanıldı.



Şekil 4. Basıncı istenilen düzeyde sabit tutmak için oksijen tüpüne ilave edilen gösterge

Bilgisayar kontrollü lazerli ölçüm sistemi

Çalışmamızda kullandığımız bilgisayar kontrollü sıvı filtrasyon ölçüm sistemi temelde 3 ana bölümden oluşmaktadır.

I- Algılayıcı ünite

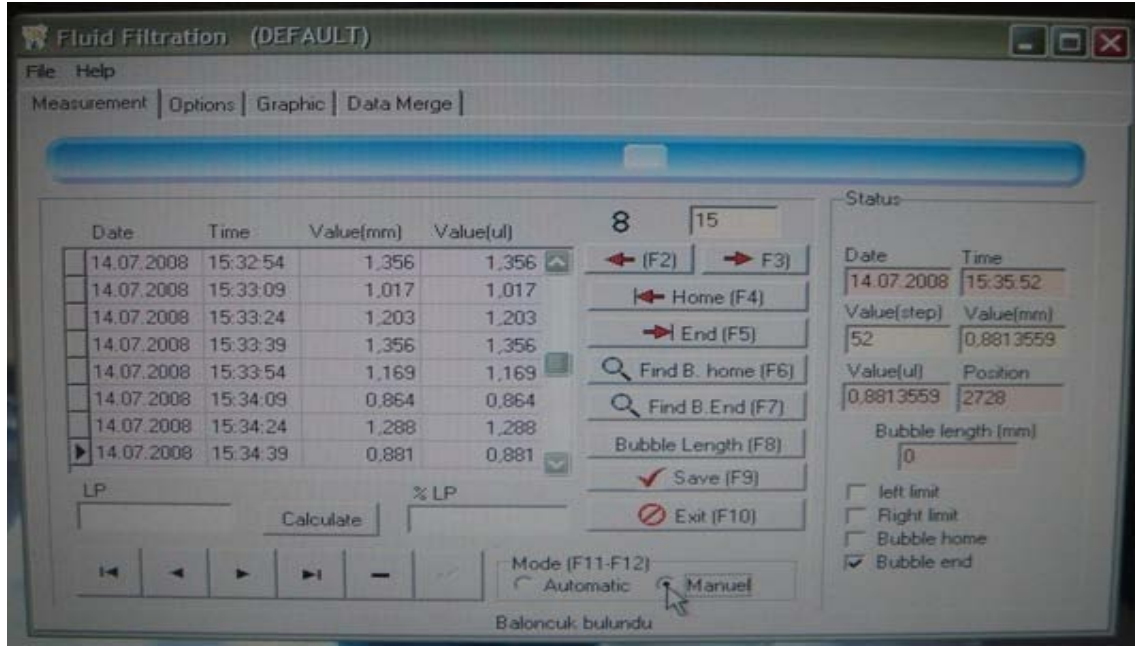
Algılayıcı ünite, bir lazer ışık demeti ve iki adet lazer ışık algılayıcısından oluşmaktadır. Bu ünite en uygun algılama durumuna göre ayarlanmış şekilde kayar bir platforma sabitlendi. Bu platform mikropipet ile paralel ve mikropipetin uzunluğu boyunca ileri ve geri hareket edebilmektedir.

II- Bilgisayar arabirimi ve kontrol ünitesi

Bilgisayar arabirim devresi, bilgisayar ile ölçüm düzeneği arasında bilgi alışverişini sağlar. Kontrol ünitesi ise bilgisayardan aldığı verileri harekete çeviren, ölçüm düzeneğinden alınan elektriksel bilgileri bilgisayarın algılayabileceği dijital bilgiler haline getiren bir devredir.

III- Sıvı filtrasyon ölçüm sistemi programı

Sıvı filtrasyon ölçüm sistemi programı, kullanıcı tarafından belirlenmiş zaman aralığında hava kabarcığının hareketini gözlemlemek ve program içerisinde bulunan tabloya gerekli olan bilgileri (kaydetme tarihi, saati, hareket miktarı, μl değeri) kaydetme işlemini gerçekleştirmektedir. Tüm bu görevler bilgisayar kontrollü lazerli ölçüm sistemi için hazırlanmış bir bilgisayar programı sayesinde (Sıvı Filtrasyon'03, Konya, Türkiye) gerçekleştirildi. Hangi zaman aralığında kaç kez ölçüm yapılacağı yine kullanıcı tarafından belirlenerek programa uygulandı (Şekil 5).



Şekil 5. Sıvı Filtrasyon'03 programı arayüzü

Sıvı filtrasyon yönteminde çıkan sonuçların değerlendirilmesi

Çalışmada her bir örnekteki sıvı hareketi ölçümleri 15 saniye aralıklarla 8 kez tekrarlandı ve cam mikropipet içerisindeki hava kabarcığının hareket miktarı hesaplandı. Geçen sıvı miktarını hesaplamak için Pashley¹⁴⁰ tarafından önerilen aşağıdaki formül kullanıldı. Açılımı Tablo 4'de verildi.

Sıvı akış miktarı x Mikrolitre çarpanı

Sıvı filtrasyon miktarı = ----- = mm/(dak*cmH₂O*cm²)

Su basıncı x Dentin yüzey alanı x Zaman

Tablo 4. Sıvı filtrasyon deneyinde kullanılan formülün açılımı

Kullanılan Değer	Birimi
Sıvı filtrasyon miktarı	mm / (dak * cmH ₂ O * cm ²)
Dakikadaki hareket miktarı	mm
25 µl'lik cam borunun çarpanı	0.38
Su basınç değeri	1019.7 cmH ₂ O
Dentin yüzey alanı	0.1cm ²
Zaman	¼ dak

Her bir örnek için elde edilen verilerin ortalaması alınarak dakikadaki hareket miktarı mm/dak cinsinden bulundu. Bu değeri µl'ye çevirmek için cam mikropipetin çapı olan 0.38 sabit değeri ile çarpıldı. Daha sonra çıkan sonuç su basıncı değerine (1019,7 cmH₂O) ve dentin yüzey alanı değerine (0,1 cm²) bölünerek sıvı filtrasyon miktarı bulundu.

Tüm örneklerde elde edilen kantitatif değerler apikal sızıntı değerleri olarak not edildi.

İstatistiksel Analiz

Sıvı filtrasyon metoduyla elde edilen ortalama apikal mikrosızıntı değerlerinin homojenite testi yapıldı. Verilerin homojen olduğunun anlaşılması üzerine tek yönlü varyans analizi (Oneway ANOVA) ve Post Hoc Tukey HSD testleri istatistiksel karşılaştırmalar için kullanıldı.

İstatistiksel değerlendirmelerde anlamlılık düzeyi olarak $p \leq 0.05$ kabul edildi.

BULGULAR

Retrograd dolgu materyali olarak kullanılan farklı tipteki cam iyonmer simanların sızdırmazlıklarının incelendiği bu çalışmada, hazırlanan retrograd kaviteye yerleştirilen farklı cins cam iyonmer siman ile kavitesi hazırlanan fakat boş bırakılan pozitif kontrol grubuna ait tüm dişlerde sızıntı gözlemlendi ve $\mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dk}^{-1}$ biriminde kayıt edildi.

Retrograd kavite yapıldıktan sonra apikal bölge dahil diş kökünün tüm yüzeyi iki kat tırnak cilası ile kaplanarak elde edilen negatif kontrol grubuna ait dişlerde ise sızıntı oluşmadığı görüldü.

Çalışma sonucunda tüm örneklere ait ortalama sızıntı değerleri Tablo 5'te verildi.

Grup 1'de retrograd kavitelere Ionofil yerleştirilerek hazırlanan örneklerin apikal sızıntıları arasında en fazla sızıntı değeri $0,0204 \mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ ve en az sızıntı değeri $0,0050 \mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ olarak belirlendi.

Grup 2'de retrograd kavitelere Ketac Molar Quick yerleştirilerek hazırlanan örneklerin apikal sızıntıları arasında en fazla sızıntı değeri $0,0254 \mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ ve en az sızıntı değeri $0,0082 \mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ olarak belirlendi.

Grup 3'de retrograd kavitelere Argion Molar AC yerleştirilerek hazırlanan örneklerin apikal sızıntıları arasında en fazla sızıntı değeri $0,0151 \mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ ve en az sızıntı değeri $0,0069 \mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ olarak belirlendi.

Grup 4'de retrograd kavitelere Photac Fil Quick yerleştirilerek hazırlanan örneklerin apikal sızıntıları arasında en fazla sızıntı değeri $0,0211 \mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ ve en az sızıntı değeri $0,0044 \mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ olarak belirlendi.

Tablo 5. Bu çalışmada kullanılan dolgu maddelerine ait ortalama sızıntı miktarları.

	Grup 1 (Ionofil)	Grup 2 (Ketac Molar Quick Aplicap)	Grup 3 (Argion Molar AC)	Grup 4 (Photac Fil Quick Aplicap)	Grup 5 (Fuji II LC)	Grup 6 (Dyract Extra)	Grup 7 (Glasiosite Caps)
1	0,0050	0,0157	0,0088	0,0126	0,0124	0,0075	0,0103
2	0,0132	0,0156	0,0089	0,0130	0,0098	0,0098	0,0156
3	0,0160	0,0178	0,0107	0,0072	0,0196	0,0123	0,0138
4	0,0153	0,0082	0,0095	0,0139	0,0219	0,0168	0,0112
5	0,0117	0,0227	0,0104	0,0149	0,0130	0,0103	0,0155
6	0,0087	0,0189	0,0114	0,0128	0,0178	0,0146	0,0058
7	0,0090	0,0140	0,0119	0,0108	0,0050	0,0095	0,0165
8	0,0200	0,0157	0,0112	0,0131	0,0141	0,0201	0,0173
9	0,0121	0,0086	0,0129	0,0044	0,0145	0,0138	0,0163
10	0,0080	0,0192	0,0138	0,0149	0,0167	0,0164	0,0223
11	0,0157	0,0148	0,0125	0,0109	0,0150	0,0089	0,0170
12	0,0116	0,0254	0,0106	0,0079	0,0179	0,0088	0,0155
13	0,0098	0,0232	0,0151	0,0211	0,0142	0,0129	0,0206
14	0,0153	0,0136	0,0069	0,0071	0,0241	0,0149	0,0160
15	0,0204	0,0094	0,0116	0,0184	0,0112	0,0075	0,0136

Grup 5’de retrograd kavitelere Fuji II LC Capsule yerleştirilerek hazırlanan örneklerin apikal sızıntıları arasında en fazla sızıntı değeri 0,0241 $\mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ ve en az sızıntı değeri 0,0050 $\mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ olarak belirlendi.

Grup 6’de retrograd kavitelere Dyract Extra yerleştirilerek hazırlanan örneklerin apikal sızıntıları arasında en fazla sızıntı değeri 0,0201 $\mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ ve en az sızıntı değeri 0,0075 $\mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ olarak belirlendi.

Grup 7’de retrograd kavitelere Glasiosite Caps yerleştirilerek hazırlanan

örneklerin apikal sızıntıları arasında en fazla sızıntı değeri $0,0223 \mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ ve en az sızıntı değeri $0,0058 \mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{dak}^{-1}$ olarak belirlendi.

Apikal Mikrosızıntının Değerlendirilmesi

Sıvı filtrasyon tekniği kullanılarak elde edilen ortalama değerler, apikal mikrosızıntının değerlendirilmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testine tabi tutuldu. Değerlendirme sonucunda dolgu materyalleri arasında farklılıkların bulunduğu ve bu farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde olduğu görüldü ($F=13,970$; $p \leq 0,05$).

Tespit edilen farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun belirlenmesi için Post Hoc Tukey HSD test metodu kullanıldı. Elde edilen ortalama mikrosızıntı, standart sapma değerleri ile istatistiksel karşılaştırmalar Tablo 6'da verildi.

Gruplar arasında en az sızıntı değerini desteklenmiş geleneksel cam iyonomer siman olan Argion Molar AC gösterirken en fazla sızıntı değerini geleneksel cam iyonomer siman olan Ketac Molar Quick gösterdi ($p \leq 0,05$).

Geleneksel Cam İyonomer Siman arasında bulunan Ionofil ile Ketac Molar Quick ve poliasit modifiye kompozit rezin olan Glasiotie Caps arasında istatistiksel olarak fark bulundu ($p \leq 0,05$). Diğer maddelerin hiçbirisiyle fark görülmedi ($p > 0,05$).

Geleneksel Cam İyonomer Siman arasında bulunan Ketac Molar Quick ile poliasit modifiye kompozit rezin olan Glasiotie Caps arasında istatistiksel olarak fark bulunmadı ($p > 0,05$). Diğer maddelerin hepsiyle fark görüldü ($p \leq 0,05$).

Desteklenmiş geleneksel cam iyonomer siman olan Argion Molar AC ile Resin Modifiye Cam İyonomer Siman olan GC Fuji II LC Capsule ve Poliasit Modifiye Kompozit Resinler olan Glasiostie Caps arasında istatistiksel olarak fark bulundu ($p \leq 0,05$).

Tablo 6. Çalışmada kullanılan retrograd dolgu maddelerine ait ortalama sıvı filtrasyon değerleri

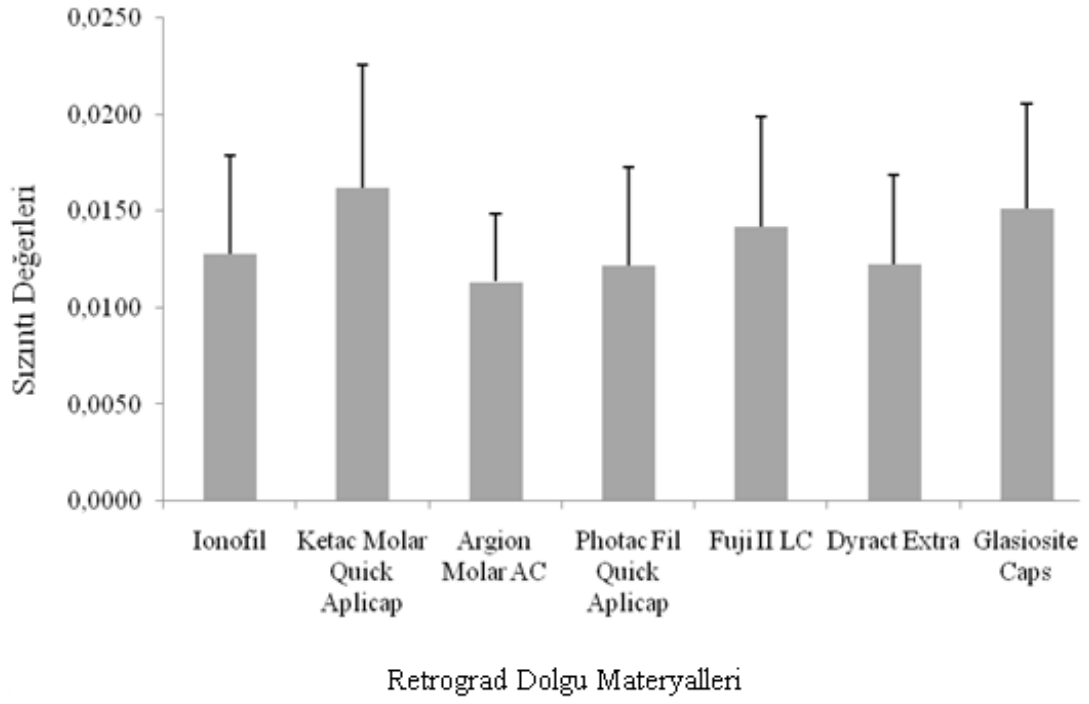
Dolgu Maddesi Tipi	Dolgu Maddesinin Adı	Ort + SS	İstatistiksel Değerlendirme*
Geleneksel	Ionofil	0,0128 ± 0,0051	CD
Cam İyonomer Simanlar	Ketac Molar Quick Aplicap	0,0162 ± 0,0064	A
Metal Destekli			
Geleneksel	Argion Molar AC	0,0114 ± 0,0035	D
Cam İyonomer Simanlar			
Rezin Modifiye			
Rezin Modifiye	Photac Fil Quick Aplicap	0,0122 ± 0,0051	D
Cam İyonomer Simanlar	Fuji II LC Capsule	0,0142 ± 0,0057	BC
Poliasit Modifiye			
Poliasit Modifiye	Dyract Extra	0,0123 ± 0,0046	CD
Kompozit Rezinler	Glasiosie Caps	0,0152 ± 0,0054	AB

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında Tukey HSD testine göre istatistiksel olarak fark yoktur

Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar arasında yer olan Photac Fil Quick Aplicap ile GC Fuji II LC Capsule ve Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler olan Glasiosie Caps arasında istatistiksel olarak fark bulundu ($p \leq 0,05$).

Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler arasında yer alan Dyract Extra ile Glasiosie Caps arasında istatistiksel olarak fark görüldü ($p \leq 0,05$).

Sızıntı değerlendirilmesinde tüm retrograd dolgu maddeleriyle ilgili sonuçlar Şekil 6 ve 7'de gösterildi.



Şekil 6. Apikal sızıntıların sütun grafikte karşılaştırılması

TARTIŞMA

Endodontik cerrahi uygulanacak bir dişin prognozunu, cerrahi operasyonun kalitesinden çok, kanalın sıkı ve sızdırmaz bir şekilde tıkaçlanması belirler.^{5,118} Apikal rezeksiyonu takiben kök ucunda kavite hazırlamanın amacı, apikal daralımı ortadan kaldırılmış olan kökün, apekteki kanal ağızlarını birleştirmek ve kanal dolgu patı ile sıkı bir şekilde tıkaçlanamayacak olan kök apeksinde daha sonra yerleştirilecek retrograd dolgu materyali için yer hazırlamaktır.²⁹ Günümüze kadar yapılan çalışmalarda, çeşitli dolgu maddeleri ve teknikler kullanılarak apikal rezeksiyon sonrası meydana gelen mikrosızıntı azaltılmaya ve hatta tamamen ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Her ne kadar farklı dolgu maddeleri ile bu mikrosızıntı engellenmeye çalışılsa da henüz apikal rezeksiyon sonrası kök ucundan mikrosızıntıyı tamamen engelleyebilecek bir materyal veya metod bulunamamıştır.¹⁴¹ Bu nedenle, apikal mikrosızıntıyı önlemek için çeşitli çalışmalar hala devam etmektedir. Cam iyonomer simanlar, bu dolgu maddeleri arasında sıklıkla çalışılan ve yan etki potansiyeli oldukça düşük olan materyallerdir. Bununla birlikte cam iyonomer simanların da farklı tipleri mevcut olup hangi tip cam iyonomer simanın ideale en yakın bir şekilde tıkaçlama yaptığı konusunda literatürlerde bir fikir birliği oluşmamıştır.

Cam iyonomer simanlar, retrograd dolgu materyali olarak pek çok çalışmada farklı materyallerle karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir.^{81,97,132,142-144} Bu çalışmalar arasında; rezin modifiye cam iyonomer olan Fuji II LC kompozit rezinler ile,¹¹¹ metal destekli cam iyonomer siman olan Ketac Silver Amalgam ile,¹⁴⁵ geleneksel cam iyonomer siman olan Chem Fili Amalgam ve Gütta Perka ile,¹⁴⁶ metal destekli cam iyonomer siman olan Chelon Silver Amalgam ile,¹⁴⁷ akışkan cam iyonomer siman olan Glasionomer Amalgam ile,¹⁴⁸ poliasit modifiye kompozit rezin olan Dyract Amalgam

ile,¹⁴⁹ geleneksel cam iyonomer siman olan Fuji IX, IRM ve MTA ile⁷⁹ karşılaştırdıkları çalışmaları sayabiliriz. Bu çalışmalarla cam iyonomer simanlar için bir genelleme yapmak ve karşılaştırılan materyallerden daha az ya da daha çok sızdırdıkları yönünde iddialar söylemek yanlışlıklara götürebilir. Bir genelleme yapmak için cam iyonomer simanları kendi içinde farklı tipteki materyallerle karşılaştırılarak bir sonuca gitmenin daha uygun olacağı söylenebilir. Bu üç sınıf her ne kadar cam iyonomer başlığı altında toplansa da üretici firmalardan kaynaklanan kimyasal ve fiziksel olarak farklılıklar arz etmektedir. Bundan dolayı materyallerin hepsinin tek tek ve birbirleriyle karşılaştırmalı olarak araştırılmasının daha uygun olacağı düşünülebilir. Buna dayanarak biz de çalışmamızda, 3 sınıf altında toplanan cam iyonomer simanların farklı tip ve içerikteki 7 tanesinin apikal mikrosızıntılarını birbirleriyle karşılaştırarak retrograd dolgu materyali olarak kullanılabilir en ideal cam iyonomer simanın belirlenmesini amaçladık.

Apikal sızıntı çalışmaları göstermiştir ki, kök ucunun ne kadar ve hangi açıyla kesileceği, hazırlanan kavitenin ne kadar derinlikte ve hangi şekilde dizayn edileceği apikal cerrahinin başarısı için belirlenmesi gereken önemli etkenlerdir.^{103,150} Kavite derinliğindeki ve eğim açısındaki artış sızıntının artmasına neden olmaktadır.¹⁵¹

Kök ucunun ne kadar kesileceği konusunda farklı görüşler ileri sürülmüştür. Yapılacak kesim kök ucundaki yan kanallar ve apikal dallanmaların varlığına bağlanmıştır. Kim ve arkadaşları¹⁴ yaptığı çalışmayla kök ucundan 1 mm'lik kesim yapıldığında yan kanalların % 40, apikal dallanmanın % 52 oranında azaldığı; 2 mm'lik kesimde apikal yapının sırasıyla % 78 ve % 86 oranında azaldığı ve 3 mm'lik kesimde ise yan kanalların % 93, apikal dallanmanın ise % 98 oranında azaldığı belirtilmiş, daha fazla kesimlerde ise yüzde olarak anlamlı bir farklılık görülmediğini belirtmiştir. Torabinejad ve Pitt Ford¹³ ile Erkut ve arkadaşları¹⁵² yaptıkları çalışmalarla bu fikri desteklemiş ve 3 mm'lik kesimlerin doğru bir yaklaşım olacağını belirtmişlerdir.

Yapılacak 3 mm'lik bu kesimin kaç derecelik açıyla olacağı bir başka tartışma konusu olmuştur. Bazı araştırmacılar klinik uygulamada kolaylık sağlaması açısından kök ucunda 45° lik eğimle kesim yapmışlardır.⁴¹ Ancak kesim sonrası rezeksiyon yüzeyinde açığa çıkan dentin kanallarının sızıntı üzerinde önemli rol oynadığı gösterilmiştir.¹⁵³ Tidmarsh ve Arrowsmith⁶¹ de taramalı elektron mikroskobu altında yaptıkları çalışmada, açığa çıkan dentin kanallarının sızıntı üzerinde önemli rol oynadığını desteklemiş ve köke verilen eğimin minimum seviyede tutulması gerekliliğini belirtmişlerdir. Bu şekilde en düşük eğim açısıyla yapılan kesim işlemi kökün bukkal bölgesinde en az seviyede kemik kaldırarak daha çok kemik desteğine sahip bir diş elde edilmesi, kaldırılan kemik dokusunun daha hızlı iyileşmesi ve daha az dentinal tübülleri ortaya çıkararak sızıntı geçişinin ve potansiyel endodontik-periodontik kontaminasyonun engellenmesi gibi bazı avantajları sağlamaktadır.¹⁴

Sızıntı ile ilgili yapılan çalışmalarda kullanılan kavite tipi ve derinliği değişkenlik göstermektedir. Gulabivala ve arkadaşları⁶² yaptıkları çalışmada farklı üç tip kavite hazırlamasını karşılaştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda funnel tip kavite dizaynının diğer şekillere (Geleneksel sınıf I kavite ve slot kavite) oranla daha az sızıntı oluşturduğunu göstermişlerdir. Bu kavite şekli verilirken kullanılacak çelik ront frezin hareket yönünün dişin uzun eksenine paralel olmasına dikkat etmek gerekmektedir. Bu çalışmada kavite derinliği 1mm olarak hazırlanmıştır. Fakat Mattison ve arkadaşları¹⁵⁴ tarafından yapılan mikrosızıntı çalışmasında, 1mm ve 3mm derinliğindeki kavitelemeler incelenmiş, sonuçta retrograd kavite derinliğinin artmasının mikrosızıntıyı anlamlı ölçüde azalttığını gözlemlemişlerdir. Daha sonraki çalışmalarda da kavite derinliğinin 3 mm olması gerekliliği belirtilmiştir.^{14,79,151,152} Bu bilgiler ışığı altında çalışmamızda kullandığımız dişlerin apekslerini dişin uzun eksenine göre bucco-lingual yönde 0-10 derece açı yapacak şekilde, tersine konik bir elmas frezle yüksek devirde, su soğutması

altında kesip, apekteki kanal ağzını yan kanalcıklar ile birleştirilip 1 mm çapında ve 3 mm derinliğinde kaviteler elde ettik.

Endodonti ile ilgili olan mikrosızıntı, mikroorganizmaların ve/veya doku sıvılarının ya kanal dolgu patı ile dentin duvarları arasından ya da kök kanalı dolgu materyalleri arasından hareketidir.¹⁹ Bu tanımlamayı retrograd dolgu maddeleri için de kullanabiliriz. Stabholz ve arkadaşları¹¹⁸ endodontik cerrahideki başarısızlığın esas nedeni olarak, retrograd kaviteye yerleştirilen dolgunun yetersizliğinden kaynaklı sızıntının yol açtığını göstermişlerdir. Kullanılacak retrograd dolgu materyali sızdırmaz bir şekilde kaviteyi tıkaçlamalıdır. Bu sayede apikal giriş yolu kapatılmış ve mikrobiyal ürünlerin kök kanalından periapikal dokulara, periapikal dokulardan da kök kanalına geçişi önlenmiş olur.^{14,155} Bu bakımdan retrograd dolgu maddelerinin sızdırmazlık özellikleri literatürde çok sık araştırma konusu olmuştur. Retrograd dolgularla ilgili sızdırmazlık çalışmalarına bakıldığında apikal sızıntının değerlendirilmesinde kullanılan standart bir yöntemin olmadığı ve bu amaçla birçok tekniğin kullanıldığı görülmektedir. Bunlar arasında boya sızıntı yöntemi, elektrokimyasal sızıntı yöntemi, otoradyografi yöntemi, bakteriyel sızıntı yöntemi, insan serum sızıntı yöntemi ve sıvı filtrasyon yöntemi sıklıkla kullanılmıştır.^{20-26,128}

Boya sızıntı yöntemi en sık kullanılan yöntemdir. Bu yöntemin kullanılmasında en büyük etkenin kolay, maliyetinin ucuz ve nispeten kantitatif olmasından kaynaklandığı bildirilmektedir. Ancak bu teknikte incelenen kök örnekleri zarar gördüğü için tekrarlanan ölçümlerin yapılamaması, birçok boyanın moleküler boyutlarının bakteri boyutlarından daha küçük olması, solüsyonun yapısının zamanla asidik özellik kazanması sonucunda çalışmalarda kullanılan dişlerin ve dolgu maddelerinin yapısında tahribata yol açması ve diş yapısı ile dolgu maddesi arasında hapsolmuş havanın boyanın penetrasyonunu engelleyebilmesi bu yöntemin sahip

olduğu dezavantajlar arasındadır.^{11,26,125-128}

İlk olarak Derkson ve arkadaşları¹³⁰ tarafından geliştirilmiş ve Wu ve arkadaşları¹³¹ tarafından ise modifiye edilmiş olan sıvı filtrasyon yöntemi, sürekli bir basınç altında diş yüzeyi ile dolgu arasında hareket eden sıvı miktarının değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Apikal sızıntı çalışmaları için geliştirilmiş ve popülaritesi gittikçe artan bu teknik pek çok avantaja sahiptir. Hazırlanan numunelerin zarar görmemesi, belirli aralıklarla ve tekrarlanabilir bir şekilde üç boyutlu ölçümler yapılabilmesi, daha kantitatif ve objektif sonuçlar elde edilebilmesi ve kullanılan pozitif basınç sayesinde hapsolmuş hava ve sıvının neden olabileceği problemlerin elimine edilebilmesi bu avantajlardan bazılarıdır.^{26,114,132-134} Tüm bu avantajların yanında kullanılan sistemin bilgisayar kontrollü olması bireysel farklılıkları elimine etmesi bakımından önemlidir. Düzenekte deney süresince sabit bir basıncı sağlayabilmek için göstergeli bir basınç düzenleyici regülatör bulunması ölçümün hassasiyeti açısından son derece önem arz etmektedir.

Wu ve arkadaşları¹⁵⁶ yaptıkları çalışma ile sıvı filtrasyon tekniğinin veya boya penetrasyonu yönteminin hangisinin daha başarılı sonuçlar verdiğini tespit etmeye çalışmışlar. Sonuçta sıvı filtrasyon tekniğinin daha hassas olduğunu göstermişlerdir. Yine Youngson ve arkadaşları¹⁵⁷ sıvı filtrasyon tekniği ile gümüş nitrat boya sızıntısı arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında, her iki teknik arasında bir ilişkinin olmadığı ve sıvı filtrasyon tekniğinin daha hassas bir yöntem olduğu sonucuna varmışlardır.

Oruçoğlu ve arkadaşları¹³⁹ yaptıkları çalışmada, bilgisayar destekli sıvı filtrasyon ölçüm cihazının oldukça yüksek bir güvenilirliğe sahip olduğunu ve ölçüm değerlendirmelerinin tamamen elektronik bir sistemle yapılabildiğini ve elde edilen sonuçların bilgisayar programı yardımıyla tamamen objektif olarak

değerlendirilebildiğini belirtmişlerdir.

Biz de çalışmamızda, yöntemin objektif ve nicel sonuçlar vermesi ve güvenilirliğinin yüksek olması nedeniyle sıvı filtrasyon tekniğini kullandık. Aynı zamanda kullandığımız bu sistemle belirli süre aralıklarında tekrarlayan ölçümler yapabildik. Bu ölçümlerin tamamen bilgisayar kontrolünde yapılıyor olması bizim yanılma payımızı ortadan kaldırarak bulgularımızın doğruluğunu arttırmıştır.

Diş hekimliği tarihi boyunca çok çeşitli dolgu materyalleri retrograd kavitelere kullanılmıştır. Amalgam, kompozit rezin, SuperEBA, IRM, MTA, cam iyonomer siman en sık olarak kullanılmış ve kullanılmakta olan materyallerdir.¹⁰⁻¹⁶ Bu materyaller pek çok çalışmalarda sızdırmazlık açısından karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ancak araştırmacılar daha çok materyalleri birbirleriyle karşılaştırma yoluna gitmişlerdir. Biz farklı olarak sadece cam iyonomer simanları kendi içlerinde karşılaştırdık. Çalışmamızda geleneksel cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman ve poliasit modifiye kompozit rezinden oluşan farklı cam iyonomer siman tipleri retrograd dolgu materyali olarak kullanılarak bilgisayar destekli sıvı filtrasyon yöntemiyle sızdırmazlıkları karşılaştırılmalı olarak incelendi.

Cam iyonomer simanların dentine kimyasal olarak tutuculuğunun bulunması sızıntının azalmasına olanak sağlayan önemli bir özelliktir.^{19,28} Zıraman ve arkadaşları¹⁵⁸ yapmış oldukları çalışma sonucunda, dentin dokusuna tutunma arttıkça sızıntının da aynı oranda azaldığını belirtmişlerdir. Ancak cam iyonomer simanların nenden etkilenmeleri sızıntı oluşturma bakımından önemli bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Cam iyonomer simanların sızdırmazlık kabiliyetleri, retrograd kaviteye yerleştirildiği zaman sıvı ile temasa geçerse olumsuz yönde etkilenir.¹⁵⁹ Cam iyonomer simanların neme karşı olan hassasiyetlerinden dolayı yerleştirildikleri ortamda nem kontaminasyonu olursa simanın sertliği azalır ve eriyebilirliği artar.⁷⁵ Bu dezavantajı

ortadan kaldırmak için son zamanlarda geliştirilen cam iyonomer simanların ya sertleşme süreleri kısaltılmış veya hekimin kontrolünde ışıkla sertleşen simanlar üretilmiştir.

Powis ve arkadaşları¹⁶⁰ yaptıkları çalışmayla cam iyonomer simanların dentine tutunmasının ve kenar adaptasyonlarının kaviteye asit uygulandığında artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Ancak Pissiotis ve arkadaşları¹⁴⁵ metal içerikli cam iyonomer simanı direk kaviteye, asitle yıkanan kaviteye ve asitle yıkanmış ve vernikle korunmuş kaviteye uygulamışlardır. Diğer gruba ise amalgam uygulayarak boya penetrasyonu yöntemi ile sızıntılarını karşılaştırmışlardır. En az sızıntıyı direk kaviteye uygulanan metal destekli geleneksel cam iyonomer simanın gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmaya göre kaviteye asit veya vernik uygulamasının bir önem arz etmediği vurgulanmaktadır. Ancak asit uygulaması konusunda tartışmalar mevcuttur. Bazı araştırmacılar mevcut smear tabakasının asit uygulamasıyla kaldırılmasının gerekliliğini vurgulasalar^{161,162} da tabakanın doğal bir kavite örtücüsü olup, dentin kanallarını örttüğünü ve dolayısıyla da dentin geçirgenliğini azalttığını savunanlar da olmuştur.^{145,163}

Yaptığımız çalışmada en fazla ve en az sızıntı değerlerinin geleneksel cam iyonomer simanlar arasında olması çalışmamızın en çarpıcı olan bulgusudur. Geleneksel metal destekli cam iyonomer siman olan Argion Molar AC en az sızıntı değerini gösterirken en fazla sızıntı değerini ise yine geleneksel cam iyonomer siman tipi olan Ketac Molar Quick Aplicap göstermiştir. Bunun yanında geleneksel cam iyonomer siman tipi olan Ionofil, rezin modifiye cam iyonomer siman olan Photac Fil Quick Aplicap ve poliasit modifiye kompozit rezin grubunda olan Dyract Extra az sızıntı gösteren diğer materyallerdir. Bu üç materyalle en az sızıntı gösteren geleneksel metal destekli cam iyonomer siman olan Argion Molar AC arasında istatistiksel olarak

fark bulunmamaktadır.

Metal destekli cam iyonomer siman, geleneksel cam iyonomer simanların özelliklerini geliştirmek amacıyla saf gümüş tozlarının yüksek ısıda cam tozlarıyla birleştirilmesi ile elde edilmiştir.¹⁶⁴ Böylece fiziksel özellikleri geliştirilmiş olan metal destekli cam iyonomer siman, retrograd dolgu için daha elverişli bir hale getirilmiştir.¹⁴⁵ Aynı zamanda sertleşme süresinin kısa olması, partiküllerinin daha yuvarlak yapıda olması ve gümüş içeriğinden dolayı radyografide rahat görülebilmesi metal destekli cam iyonomer simanı ideale yakın bir retrograd dolgu maddesi yapmaktadır.^{9,145} Inoue ve arkadaşları¹³⁵ yaptıkları çalışmada metal destekli geleneksel cam iyonomer simanın düşük apikal mikrosızıntı gösterdiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda metal destekli geleneksel cam iyonomer siman olan Argion Molar AC diğer materyallere göre en az sızıntı değerini göstermiştir. Bu sonuç yapmış olduğumuz çalışmayla paralellik gösterirken King ve ark.¹³² yapmış olduğu çalışma ile aynı tutarlılığı göstermemektedir. Bu araştırmacılar metal destekli geleneksel cam iyonomer siman olan Ketac Silver ile amalgam ve Super EBA'yı sızdırmazlık açısından değerlendirmişler ve sonuçta Ketac Silverin daha fazla sızıntı gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu farklı iki sonucun Argion Molar AC ile Ketac Silverin yapısal farklılıklarından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Nitekim Pissiotis ve arkadaşları¹⁴⁵ yapmış oldukları çalışmada metal destekli geleneksel cam iyonomer simanın diğer materyallere göre daha az sızıntı oluşturduğunu göstermişlerdir. Eğer metal destekli cam iyonomer siman yerleştirilmeden önce kaviteye conditioner uygulanırsa, siman daha iyi bir sızdırmazlık gösterebilir.¹³⁵ Çalışmamızda metal destekli geleneksel cam iyonomer simanı kaviteye yerleştirmeden önce Cavity Conditioner kullandık. Bu uygulama çalışmamızda kullandığımız metal destekli geleneksel cam iyonomer simanın sızdırmazlığının artmasında bir etken olabileceğine inanıyoruz. Haznedaroğlu ve arkadaşları¹⁶⁵ metal destekli geleneksel cam

iyonomer simanı IRM, enjekte termoplastik gütta perka ve amalgamla sızdırmazlık açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında, cam iyonomer simanın IRM ve gütta perkaya oranla daha az sızıntı oluşturduğunu göstermişlerdir. Vasudev ve arkadaşları¹⁵⁹ yaptıkları değerlendirmede, aynı sonuca vurgu yaparak metal destekli geleneksel cam iyonomer simanlarda sızıntının az olduğunu rapor edilmişler ve retrograd dolgu materyali olarak kullanılmasını önermişlerdir. Bizim bulgularımız tüm bu çalışmalarda elde edilmiş olan sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Geleneksel cam iyonomer simanlardan olan İonofil, toz ve likitten oluşan bir karışımdır. Bu materyal cam iyonomer simanların genel özellikleri olan dentine kimyasal olarak bağlanırlar ancak sertleşme süresinde nem kontaminasyonu ile yapısının bozulması en büyük dezavantajı oluşturmaktadır.⁷⁵ Sızıntının metal destekli cam iyonomer simana göre biraz daha fazla olması bu dezavantaja bağlı olabilir. Ancak yine de bu fark çalışmamızdaki bulgularda istatistiksel olarak anlam kazanmamıştır. Nitekim Roth¹⁶⁶ yapmış oldukları çalışmada, geleneksel cam iyonomer simanların alternatif bir retrograd dolgu materyali olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Chong ve arkadaşları¹⁶⁷ ışıkla sertleşen cam iyonomer siman, geleneksel cam iyonomer siman ve amalgamı karşılaştırmışlar, sonuç olarak ışıkla sertleşen ve geleneksel cam iyonomer simanların arasında istatistiksel olarak fark bulamadıkları gibi her iki grubunda amalgama göre daha az sızdırdığını tespit etmişlerdir. Siqueira ve arkadaşları¹⁴² geleneksel cam iyonomer simanı IRM ve amalgam ile sızdırmazlık yönünden karşılaştırdıkları çalışma sonucunda geleneksel cam iyonomer simanın ideale yakın retrograd dolgu materyallerinden biri olarak gösterilen IRM¹⁴ ile aynı, amalgamdan ise daha az sızıntı gösterdiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamız sonucunda görmekteyiz ki geleneksel cam iyonomer siman en az sızıntı gösteren retrograd dolgu materyelleri arasında yer almaktadır.

Gruplar arasında en fazla sızıntı değerinin yine geleneksel cam iyonomer siman olan Ketac Molar Quick Aplicapın göstermiş olması, üretici firmanın kullanmış olduğu kimyasal maddelere bağlı olarak yapısındaki değişimin bir sonucu olarak görülebilir. Nitekim Rossi ve arkadaşları¹⁶⁸ yaptıkları çalışmada Ketac Moların daha fazla sızıntı gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yine bir başka çalışmada Ketac Moların çalışmamızda elde edilen sonuçlara benzer şekilde rezin modifiye cam iyonomer simanlardan daha fazla sızıntı gösterdiği tespit edilmiştir.¹⁶⁹

Cam iyonomer simanlarda yeni bir kuşak olan kompozit rezin içerikli rezin modifiye cam iyonomer ve poliasit modifiye kompozit rezinler, bir üst aşama olarak ortaya çıkmıştır. Sınıflama olarak, geleneksel cam iyonomer simanlar ile kompozit rezinler arasında yer almakta ve kimyasal formülleri de farklılık arz etmektedir.⁷⁷

Geleneksel cam iyonomer simana oranla mekanik özellikleri geliştirilmiş ve ışıkla sertleşmesi sağlanarak sertleşme süresi kısaltılmış ve dolayısıyla nem kontaminasyonu kısmen kontrol altına alınmış olan rezin modifiye cam iyonomer simanların⁷⁵ retrograd dolgu materyali olarak daha elverişli hale getirildiği düşünülebilir. Bu bilgilere paralel olarak Rosales ve arkadaşları¹²⁸ yapmış oldukları çalışmada rezin modifiye cam iyonomer simanların sızıntı değerlerinin geleneksel cam iyonomer simanlara göre daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise Crim¹⁷⁰ rezin modifiye cam iyonomer simanlarla geleneksel cam iyonomer simanlar arasında sızıntı yönünden istatistiksel olarak fark tespit edememişlerdir. Bu değerlendirmeler bizim bulgularımızla kısmen çatışsa da Barkhordar ve arkadaşları¹⁷¹ yaptıkları sızdırmazlık çalışması sonucunda geleneksel cam iyonomer siman ve rezin modifiye cam iyonomer simanın sızdırmazlık açısından birbirlerine benzer olduğunu ve retrograd dolgu materyali olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Bu araştırma doğrultusunda bizim çalışmamızdaki değerlere bakıldığında geleneksel cam iyonomer

siman olan Ionofil ile rezin modifiye cam iyonomer simanlarının her ikisi arasında istatistiksel bir farkın olmadığı görülmektedir.

Toledano ve arkadaşları¹⁷² yapmış oldukları çalışmada rezin modifiye cam iyonomer simanların poliasit modifiye kompozit rezinlere göre daha az sızıntı gösterdiğini tespit etmişlerdir. Delme ve arkadaşları¹⁶⁹ yapmış oldukları çalışmada bazı geleneksel cam iyonomer siman türleri ile rezin modifiye cam iyonomer simanların bazı tiplerini karşılaştırmışlar. Sonuçta Photac Fil dolgu maddesinin en az sızıntı gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da benzer bir şekilde Photac Fil Quick, geleneksel cam iyonomer siman olan Ionofil ve Ketac Molar göre daha az sızıntı göstermiştir. Resin modifiye cam iyonomer simanlarla geleneksel cam iyonomer simanların karşılaştırıldığı bir başka çalışmada modifiye simanların daha az sızdırdığı sonucuna varılmıştır.¹⁷³

Sızdırmazlık değeri az bulunan bir diğer materyal Dyract Extra'dır. Dyract Extra, poliasit modifiye kompozit rezin olup içeriğindeki kompozit oranı, cam iyonomere göre daha fazladır. Poliasit modifiye kompozit rezinler cam iyonomer içerikleri nedeniyle bu simanın özelliklerini barındırır da yapı olarak kompozitlere daha yakındır ve kompozitlere özgü özellikleri daha belirgindir.^{75,77} Bu materyallerin monomer içerikleri nedeniyle, dentin yüzeyine tutunmaları azalmaktadır. Materyaldeki bu dezavantajı aşmak için kompozit rezin uygulamalarına benzer şekilde kavite yüzeyine bonding ajanlar uygulanır. Bu sayede mikromekanik bir bağlanma meydana gelmektedir.⁷⁷

Çalışmamızda, poliasit modifiye kompozit rezin olan Dyract Extranın sızdırmazlık değerleri, rezin modifiye cam iyonomer simanlarinkine benzer değerlerde bulundu. Toledano ve arkadaşları¹⁷² yapmış oldukları çalışmada rezin modifiye cam iyonomer simanlar ile poliasit modifiye kompozit rezinleri sızdırmazlık yönünden

karşılaştırmışlar ve sonuçta her iki grup arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Yine benzer sonucu Brackett ve arkadaşları¹⁷⁴ yapmış oldukları çalışmalarında belirtmişlerdir. Çalışmamızda da poliasit modifiye kompozit rezin olan Dyract Extra ile rezin modifiye cam iyonomer siman olan Photac Fil Quick Aplicap arasında sızdırmazlık yönünden bir farklılık gösterilememiştir.

Wilder ve arkadaşları¹⁷⁵ yaptıkları çalışmada poliasit modifiye kompozit rezinin, rezin modifiye cam iyonomer tipi olan Fuji II LC ile aralarında sızıntı yönünden az bir fark olduğunu ve poliasit modifiye kompozit rezinin daha az sızdırdığını belirtmişlerdir. Bizim bulgularımızda da benzer sonuç, Dyract Extra ile Fuji II LC arasında görülmektedir.

Çalışmamızda en fazla sızıntıyı gösteren ikinci retrograd dolgu maddesi poliasit modifiye kompozit rezin olan Glasiositie Caps'tir. Bu madde kendi grubundaki diğer materyalle istatistiksel olarak fark göstermektedir. Bu fark dentin yüzeyindeki neme karşı materyallerin gösterdikleri farklı hassasiyet özellikleri, materyallerin viskoziteleri, toz partikül büyüklükleri ve toz likit oranındaki farklılıklar gibi yapısal değişikliklerden kaynaklanıyor olabilir.¹⁷⁰

Er ve arkadaşları¹⁵¹ yaptıkları çalışmada retrograd dolgu materyallerini farklı yapıştırma ajanları kullanarak bakteriyel sızıntı çalışmasıyla değerlendirmişler. Sonuçta sızıntı yönünden aralarında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını ve sızdırmazlığın kullanılan adheziv bonda bağlı olmadığını belirtmişlerdir. Materyaller arasındaki sızdırmazlık değer farkının, kullanılan materyallerin yapısındaki farklılıktan meydana geldiğini düşünmekteyiz.

Bununla birlikte yapılan in vitro çalışma sonuçlarımızın, in vivo ve klinik çalışmalarla desteklenmesi durumunda daha fazla değer kazanacağına inanmaktayız.

SONUÇLAR

- Çalışmamızda retrograd dolgu maddesi olarak kullanılan Cam İyonomer Simaların hiçbirinin apikal sızıntıyı tam olarak engelleyemediği;

- Metal destekli geleneksel cam iyonomer siman olan Argion Molar AC'nin en az sızıntıyı gösterdiği;

- Geleneksel cam iyonomer siman olan Ketac Molar Quick Aplicap'ın en fazla sızıntıyı gösterdiği;

- Retrograd dolgu materyali olarak kullanılan Cam İyonomer Simanlar arasında hem en yüksek hem de en düşük sızıntı değerini Geleneksel Cam İyonomer Siman Sınıfı içerisinde bulundu. Bu durum üretici firmanın kullanmış olduğu kimyasal içeriklere bağlı materyalin yapısındaki değişimin bu sonucu olarak görülebilir.

- Retrograd dolgu materyali olarak cam iyonomer siman tercih edilecekse, bu materyalin metal destekli geleneksel cam iyonomer siman olması gerektiği sonucuna varılabilir.

KAYNAKLAR

- 1- AliGhamdi A, Wennberg A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. *Endod Dent Traumatol* 1994;10(6):249-55.
- 2- Çalışkan MK. Endodontik Cerrahi Tedavi, Kök Kanal Patları, İstanbul: İstanbul Nobel Tıp Kitap Evleri, 2006: 401-32.
- 3- Swartz DB, Skidmore AE, Griffin JA Jr. Twenty years of endodontic success and failure. *J Endod* 1983;9(5):198-202.
- 4- Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990;16(10):498-504.
- 5- Bayırlı G. Endodontik Cerrahi, Endodontik Tedavi II, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi, 1999:627-81.
- 6- Gilheany PA, Figdor D, Tyas MJ. Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. *J Endod* 1994;20(1):22-6.
- 7- Seltzer S. Endodontology. Biologic considerations in endodontic procedures. 2th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1988: 566.
- 8- Harty FJ, Parkins BJ, Wengraf AM. The success rate of apicectomy. A retrospective study of 1016 cases. *Br Dent J* 1970;129(9):407-13.
- 9- Akyıldız F. Retrograd dolgu maddesi olarak gümüşlü cam iyonmer siman ve amalgamın doku uyumu ve sızdırmazlık açısından karşılaştırılması. Konya: Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 1995:1-51.
- 10- Baker PS, Oguntebi BR. Effect of apical resections and reverse fillings on thermafil root canal obturations. *J Endod* 1990;16(5):227-9.
- 11- Starkey DL, Anderson RW, Pashley DH. An evaluation of the effect of methylene blue dye pH on apical leakage. *J Endod* 1993;19(9):435-9.

- 12- Chong BS, Pitt Ford TR, Watson TF. Light-cured glass ionomer cement as a retrograde root seal. *Int Endod J* 1993;26(4):218-24.
- 13- Torabinejad M, Pitt Ford TR. Root end filling materials: a review. *Endod Dent Traumatol* 1996;12(4):161-78.
- 14- Kim S, Pecora G, Rubinstein RA. *Color Atlas of Microsurgery in Endodontics*, Philadelphia: W B Saunders, 2000:85-124.
- 15- Holt GM, Dumsha TC. Leakage of amalgam, composite, and Super-EBA, compared with a new retrofill material: bone cement. *J Endod* 2000;26(1):29-31.
- 16- Kim S. Endodontic Microsurgery. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathway of the Pulp* 8th ed, St Louis: Mosby Inc, 2002:683-725.
- 17- Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J* 1972;132(4):133-5.
- 18- McLean JW, Wilson AD. Fissure sealing and filling with an adhesive glass-ionomer cement. *Br Dent J* 1974;136(7):269-76.
- 19- Oruçoğlu H. Farklı kök kanal patlarını apikal sızıntısının bilgisayarlı sıvı filtrasyon yöntemi ile değerlendirilmesi ve kanal patlarının kök kanal dentini ile olan bağlantılarının Push-Out tekniği ve SEM ile incelenmesi. Konya: Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 2003:1-81.
- 20- Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Letourneau JM. Adaptation and porosity of poly-HEMA in a model system using two microorganisms. *J Endod* 1980;6(8):683-6.
- 21- Director RC, Rabinowitz JL, Milne RS. The short-term sealing properties of lateral condensation, vertical condensation, and Hydron using ¹⁴C human serum albumin. *J Endod* 1982;8(4):149-51.

- 22- Mattison GD, von Fraunhofer JA. Electrochemical microleakage study of endodontic sealer/cements. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1983;55(4):402-7.
- 23- Karagöz-Küçükay I. Endodontide “Apikal sızıntı inceleme yöntemleri” I. Bölüm. Dicle Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi, 1991;2(2-3): 65-79.
- 24- Zaimoğlu L, Şaklar F, Aslan B, Kalaycı A, Topbaş C, Çetinkaya N. Bir cam iyonomer esaslı kanal dolgu matının apikal sızıntı yönünden değerlendirilmesi: Otoradyografi çalışması. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 1995;22:19-22.
- 25- Üngör M, Bağcı S, Esener IT. Farklı deneysel tekniklerin apikal boya sızıntısına etkisinin araştırılması. S Ü Diş Hek Fak Dergisi 1995;5:68-71.
- 26- Wu MK, Wesselink PR, Boersma J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. Int Endod J 1995;28(4):185-9.
- 27- Bayırlı G. Endodontik tedavinin tarihçesi. Endodontik tedavi I. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi, 1998:1-15.
- 28- Akpınar K, Konarlı M. İki farklı dolgu maddesinin retrograd dolgulara apikal sızdırmazlığının in vitro olarak karşılaştırılması. C. Ü. Diş Hek. Fak. Derg. 1999;2(1):48-50.
- 29- Çalışkan MK. Endodontik Cerrahi Tedavi, Endodontik Cerrahi Tedavi, İstanbul: İstanbul Nobel Tıp Kitap Evleri, 2006:725-66.
- 30- Guerini V. A history of dentistry. Philadelphia: Lea and Febiger, 1909:117-8.
- 31- Farrar JN. Radical and heroic treatment of alveolar abscess by amputation of roots of teeth. Dental Cosmos 1884;26:79-81.
- 32- Ash CF. M. L. Rhein, M.D., D.D.S. J Dent Res 1933;13:100-104.
- 33- Friedman S. Retrograde approaches in endodontic therapy. Endod Dent Traumatol 1991;7(3):97-107.

- 34- Nixon CE, Lin L, Jandinski J. Evaluation of three silicone-based materials as potential retrograde fillings in surgical endodontics. *J Endod* 1991;17(10):479-82.
- 35- Ingle JJ, et al. *Endodontic Surgery In: Ingle JJ, Taintoe eds. Endodontics. 4th ed, Philadelphia: Lea&Febiger 1994:689-757.*
- 36- Smith JW. Calcific metamorphosis: a treatment dilemma. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;54(4):441-4.
- 37- Çalışkan MK, Türkün M. Clinical investigation of traumatic injuries of permanent incisors in Izmir, Turkey. *Endod Dent Traumatol* 1995;11(5):210-3.
- 38- Kvinnsland I, Oswald RJ, Halse A, Grønningsaeter AG. A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. *Int Endod J* 1989;22(2):75-84.
- 39- Nicholls E. Treatment of traumatic perforations of the pulp cavity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1962;15:603-12.
- 40- Meister F, Lommel TJ, Gerstein H, Davies EE. Endodontic perforations which resulted in alveolar bone loss. Report of five cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1979;47(5):463-70.
- 41- Bayraktaroğlu AE. Retrograd dolgu maddelerinin bakteriyel sızdırmazlığının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. İzmir: Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 1998:2-6.
- 42- Fors UG, Berg JO. Endodontic treatment of root canals obstructed by foreign objects. *Int Endod J* 1986;19(1):2-10.
43. Ingle JJ, Taintor J. *Endodontics. 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1985:27-50.*
44. Gutmann JL, Harrison JW. *Surgical Endodontics. Boston: Blackwell Sci Pub, 1991:388.*

- 45- Freedland JB. Conservative reduction of large periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1970;29(3):455-64.
- 46- Neaverth EJ, Burg HA. Decompression of large periapical cystic lesions. *J Endod* 1982;8(4):175-82.
- 47- Torabinejad M, McDonald NJ. In: Walton RE, Torabinejad M, eds. *Principles and Practice of Endodontics* 3th ed, St Louis: W.B.Saunders Company, 2001:424-44.
- 48- Jacobsen I, Kerekes K. Diagnosis and treatment of pulp necrosis in permanent anterior teeth with root fracture. *Scand J Dent Res* 1980;88(5):370-6.
- 49- Calişkan MK, Pehlivan Y. Prognosis of root-fractured permanent incisors. *Endod Dent Traumatol* 1996;12(3):129-36.
- 50- Ingle JJ, Beveridge EE, Commings RR, Frank AL, Glich DY, Wolfsohn BL. *Endodontic surgery*, 2nd Ed, Philadelphia: Lea and Febiger, 1976:594-684.
- 51- Leuebke RG, Glick DH, Ingle JJ. Indications and contraindications for endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1964;18:97-113.
- 52- Yaman S. Endodontide kullanılan kök kanal aletleri G. Ü. Diş Hek. Fak. Derg. 2002;19:51-7.
- 53- Baumann MA. Nickel-titanium: options and challenges. *Dent Clin North Am* 2004;48(1):55-67.
- 54- Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 1988;14(7):346-51.
- 55- Küçükay ES, Küçükay I, Yılmaz B. Kök kanalı şekillendirme yöntemleri. İstanbul: Promat A.ř., 2004:83-106.
- 56- Çalışkan MK. *Endodontik Cerrahi Tedavi, Endodontide Tanı ve Tedaviler*, İstanbul: İstanbul Nobel Tıp Kitap Evleri, 2006:433-63.

- 57- Glickman GN, Gutmann JL. Contemporary perspectives on canal obturation. *Dent Clin North Am* 1992;36(2):327-41.
- 58- Alaçam T. Endodonti, Kök kanalı dolgu yöntemleri, II. Baskı, Ankara: Fakülteler Kitabevi Barış Yayınları, 2000:451-95.
- 59- Beatty RG, Vertucci FJ, Zakariasen KL. Apical sealing efficacy of endodontic obturation techniques. *Int Endod J* 1986;19(5):237-41.
- 60- Veis AA, Molyvdas IA, Lambrianidis TP, Beltes PG. In vitro evaluation of apical leakage of root canal fillings after in situ obturation with thermoplasticized and laterally condensed gutta percha. *Int Endod J* 1994;27(4):213-7.
- 61- Tidmarsh BG, Arrowsmith MG. Dentinal tubules at the root ends of apicect teeth: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1989;22(4):184-9.
- 62- Gulabivala K, Sayed AA, Wilson M. The effect of retrograde cavity design on microleakage of amalgam fillings. *Int Endod J* 1995;28(4):204-12.
- 63- Gutmann JL, Harrison JW. Posterior endodontic surgery: anatomical considerations and clinical techniques. *Int Endod J* 1985;18(1):8-34.
- 64- Rud J, Munksgaard EC, Andreasen JO, Rud V, Asmussen E. Retrograde root filling with composite and a dentin-bonding agent. 1. *Endod Dent Traumatol* 1991;7(3):118-25.
- 65- Gutmann JL, Saunders WP, Nguyen L, Guo IY, Saunders EM. Ultrasonic root-end preparation. Part 1. SEM analysis. *Int Endod J* 1994;27(6):318-24.
- 66- Sultan M, Pitt Ford TR. Ultrasonic preparation and obturation of root-end cavities. *Int Endod J* 1995;28(5):231-8.
- 67- Saunders WP, Saunders EM, Gutmann JL. Ultrasonic root-end preparation, Part 2. Microleakage of EBA root-end fillings. *Int Endod J* 1994;27(6):325-9.

- 68- Calişkan MK. Prognosis of large cyst-like periapical lesions following nonsurgical root canal treatment: a clinical review. *Int Endod J* 2004;37(6):408-16.
- 69- Abdal AK, Retief DH. The apical seal via the retrosurgical approach. I.A. preliminary study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;53(6):614-21.
- 70- Gartner AH, Dorn SO. Advances in endodontic surgery. *Dent Clin North Am* 1992;36(2):357-78.
- 71- Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 1993;19(12):591-5.
- 72- DeGroot ME, Oguntebi BR, Cunningham CJ, Pink R. A comparison of tissue reactions to Ketac-Fil and amalgam. *J Endod* 1995;21(2):65-9.
- 73- Albers HF. *Class Ionomers, Tooth-Colored Restoratives Principles and Techniques*, Ninth Edition, Hamilton, London: BC Decker Inc., 2002:42-55.
- 74- McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int.* 1994;25(9):587-9.
- 75- Önal B. *Restoratif Diş Hekimliğinde Maddeler ve Uygulamaları*. İzmir: Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, 2004:4-123.
- 76- Crisp S, Pringuer MA, Wardleworth D, Wilson AD. Reactions in glass ionomer cements: II. An infrared spectroscopic study. *J Dent Res* 1974;53(6):1414-9.
- 77- Demirci M, Üçok M. Hibrid iyonmer materyallerinin diş dokularına tutunması. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Dergisi* 2000;3:66-8.
- 78- Zaimoğlu A, Ersoy E, Can G, Aksu L. *Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, 1993:261-354.
- 79- De Bruyne MA, De Bruyne RJ, Rosiers L, De Moor RJ. Longitudinal study on microleakage of three root-end filling materials by the fluid transport method and by capillary flow porometry. *Int Endod J* 2005;38(2):129-36.

- 80- Nicholson JW, Braybrook JH, Wasson EA. The biocompatibility of glass-poly(alkenoate) (Glass-Ionomer) cements: a review. *J Biomater Sci Polym Ed* 1991;2(4):277-85.
- 81- Callis PD, Santini A. Tissue response to retrograde root fillings in the ferret canine: a comparison of a glass ionomer cement and gutta-percha with sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987;64(4):475-9.
- 82- Zmener O, Dominguez FV. Tissue response to a glass ionomer used as an endodontic cement. A preliminary study in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983;56(2):198-205.
- 83- Scherer W, Lippman N, Kaim J. Antimicrobial properties of glass-ionomer cements and other restorative materials. *Oper Dent* 1989;14(2):77-81.
- 84- Palenik CJ, Behnen MJ, Setcos JC, Miller CH. Inhibition of microbial adherence and growth by various glass ionomers in vitro. *Dent Mater* 1992;8(1):16-20.
- 85- Vermeersch G, Leloup G, Delmée M, Vreven J. Antibacterial activity of glass-ionomer cements, compomers and resin composites: relationship between acidity and material setting phase. *J Oral Rehabil* 2005;32(5):368-74.
- 86- Duque C, Negrini Tde C, Hebling J, Spolidorio DM. Inhibitory activity of glass-ionomer cements on cariogenic bacteria. *Oper Dent* 2005;30(5):636-40.
- 87- Seppä L, Forss H, Ogaard B. The effect of fluoride application on fluoride release and the antibacterial action of glass ionomers. *J Dent Res* 1993;72(9):1310-4.
- 88- Meryon SD, Johnson SG. The modified model cavity method for assessing antibacterial properties of dental restorative materials. *J Dent Res* 1989;68(5):835-9.
- 89- Mount GJ. *An Atlas of Glass Ionomer Cement – A Clinicians Guide*, 2nd ed. London: UK: Martin Dunitz, 2002:35-41.

- 90- Osinaga PW, Grande RH, Ballester RY, Simionato MR, Delgado Rodrigues CR, Muench A. Zinc sulfate addition to glass-ionomer-based cements: influence on physical and antibacterial properties, zinc and fluoride release. *Dent Mater* 2003;19(3):212-7.
- 91- Türk Diş Hekimleri Birliği Dergisi-TDBD. Sayı 71, Özel / Kasım 2002.
- 92- Bala O. Poliasit modifiye kompozit rezinler (kompomerler) literatür taraması. *Cumhuriyet Üni. Diş Hek. Fak. Dergisi* 1998;1:113-8.
- 93- Cattani-Lorente MA, Dupuis V, Moya F, Payan J, Meyer JM. Comparative study of the physical properties of a polyacid-modified composite resin and a resin-modified glass ionomer cement. *Dent Mater* 1999;15(1):21-32.
- 94- Hickel R, Dasch W, Janda R, Tyas M, Anusavice K. New direct restorative materials. FDI Commission Project. *Int Dent J* 1998;48(1):3-16.
- 95- Kurne A, Karabudak R. Amalgam ve multipl skleroz. *Hacettepe Tıp Dergisi* 2004;35:105-6.
- 96- Toraman M, Çelik I, Bala O. Amalgam Restorasyonların Değiştirilme Nedenlerinin In Vivo Olarak Araştırılması. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci* 2004;10:22-7.
- 97- Pereira CL, Cenci MS, Demarco FF. Sealing ability of MTA, Super EBA, Vitremer and amalgam as root-end filling materials. *Braz Oral Res* 2004;18(4):317-21.
- 98- Andreasen JO, Munksgaard EC, Fredebo L, Rud J. Periodontal tissue regeneration including cementogenesis adjacent to dentin-bonded retrograde composite fillings in humans. *J Endod* 1993;19(3):151-3.
- 99- Safavi KE, Spångberg L, Sapounas G, MacAlister TJ. In vitro evaluation of biocompatibility and marginal adaptation of root retrofilling materials. *J Endod* 1988;14(11):538-42.

- 100- Hitt JC, Feigal RJ. Use of a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination: an in vitro study. *Pediatr Dent* 1992;14(1):41-6.
- 101- Vignaroli PA, Anderson RW, Pashley DH. Longitudinal evaluation of the microleakage of dentin bonding agents used to seal resected root apices. *J Endod* 1995;21(10):509-12.
- 102- Oynick J, Oynick T. A study of a new material for retrograde fillings. *J Endod* 1978;4(7):203-6.
- 103- Johnson BR. Considerations in the selection of a root-end filling material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;87(4):398-404.
- 104- Pitt Ford TR, Andreasen JO, Dorn SO, Kariyawasam SP. Effect of IRM root end fillings on healing after replantation. *J Endod* 1994;20(8):381-5.
- 105- Dorn SO, Gartner AH. Retrograde filling materials: a retrospective success-failure study of amalgam, EBA, and IRM. *J Endod* 1990;16(8):391-3.
- 106- Olsen FK, Austin BP, Walia H. Osseous reaction to implanted ZOE retrograde filling materials in the tibia of rats. *J Endod* 1994;20(8):389-94.
- 107- Maher WP, Johnson RL, Hess J, Steiman HR. Biocompatibility of retrograde filling materials in the ferret canine. Amalgam and IRM. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;73(6):738-45.
- 108- Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993;19(11):541-4.
- 109- Schwartz RS, Mauger M, Clement DJ, Walker WA 3rd. Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *J Am Dent Assoc* 1999;130(7):967-75.
- 110- Torabinejad M, Hong CU, Lee SJ, Monsef M, Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. *J Endod* 1995;21(12):603-8.

- 111- Economides N, Pantelidou O, Kokkas A, Tziafas D. Short-term periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate (MTA) as root-end filling material. *Int Endod J* 2003;36(1):44-8.
- 112- Adamo HL, Buruiana R, Schertzer L, Boylan RJ. A comparison of MTA, Super-EBA, composite and amalgam as root-end filling materials using a bacterial microleakage model. *Int Endod J* 1999;32(3):197-203.
- 113- Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Long-term seal provided by some root-end filling materials. *J Endod* 1998;24(8):557-60.
- 114- Barry GN, Selbst AG, D'Anton EW, Madden RM. Sealing quality of polycarboxylate cements when compared to amalgam as retrofilling material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1976;42(1):109-16.
- 115- Delivanis P, Tabibi A. A comparative sealability study of different retrofilling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1978;45(2):273-81.
- 116- Alhadainy HA, Elsaed HY, Elbaghdady YM. An electrochemical study of the sealing ability of different retrofilling materials. *J Endod* 1993;19(10):508-11.
- 117- Finne K, Nord PG, Persson G, Lennartsson B. Retrograde root filling with amalgam and Cavit. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1977;43(4):621-6.
- 118- Stapholz A, Shani J, Friedman S, Abed J. Marginal adaptation of retrograde fillings and aits correlation with sealability. *J Endod* 1985;11(5):218-23.
- 119- Marlin J. Apicoectomy surgical procedure using thermoplasticized injectable gutta-percha retrofillings. *Compendium* 1990;11(1):10-7.
- 120- Andreasen JO, Pitt Ford TR. A radiographic study of the effect of various retrograde fillings on periapical healing after replantation. *Endod Dent Traumatol* 1994;10(6):276-81.

- 121- McDonald NJ, Dumsha TC. A comparative retrofill leakage study utilizing a dentin bonding material. *J Endod* 1987;13(5):224-7.
- 122- Waikakul A, Punwutikorn J. Gold leaf as an alternative retrograde filling material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989;67(6):746-9.
- 123- Waikakul A, Punwutikorn J. Clinical study of retrograde filling with gold leaf: comparison with amalgam. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;71(2):228-31.
- 124- Horning TG, Kessler JR. A comparison of three different root canal sealers when used to obturate a moisture-contaminated root canal system. *J Endod* 1995;21(7):354-7.
- 125- Spångberg LS, Barbosa SV, Lavigne GD. AH 26 releases formaldehyde. *J Endod* 1993;19(12):596-8.
- 126- Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1995;21(3):109-12.
- 127- Goldberg F, Artaza LP, De Silvio A. Apical sealing ability of a new glass ionomer root canal sealer. *J Endod* 1995;21(10):498-500.
- 128- Rosales JI, Vallecillo M, Osorio R, Bravo M, Toledano M. An in vitro comparison of micro leakage in three glass ionomer cements used as retrograde filling materials. *Int Dent J* 1996;46(1):15-21.
- 129- Haikel Y, Wittenmeyer W, Bateman G, Bentaleb A, Allemann C. A new method for the quantitative analysis of endodontic microleakage. *J Endod* 1999;25(3):172-7.
- 130- Derkson GD, Pashley DH, Derkson ME. Microleakage measurement of selected restorative materials: a new in vitro method. *J Prosthet Dent* 1986;56(4):435-40.
- 131- Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR, Moorer WR. Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int Endod J* 1993;26(4):203-8.

- 132- King KT, Anderson RW, Pashley DH, Pantera EA. Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings. *J Endod* 1990;16(7):307-10.
- 133- Hansen SR, Montgomery S. Effect of restoration thickness on the sealing ability of TERM. *J Endod* 1993;19(9):448-52.
- 134- Cobankara FK, Adanir N, Belli S, Pashley DH. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. *Int Endod J* 2002;35(12):979-84.
- 135- Inoue S, Yoshimura M, Tinkle JS, Marshall FJ. A 24-week study of the microleakage of four retrofilling materials using a fluid filtration method. *J Endod* 1991;17(8):369-75.
- 136- Bates CF, Carnes DL, del Rio CE. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1996;22(11):575-8.
- 137- Forte SG, Hauser MJ, Hahn C, Hartwell GR. Microleakage of super-EBA with and without finishing as determined by the fluid filtration method. *J Endod* 1998;24(12):799-801.
- 138- Yaccino JM, Walker WA, Carnes DL, Schindler WG. Longitudinal microleakage evaluation of Super-EBA as a root-end sealing material. *J Endod* 1999;25(8):552-4.
- 139- Oruçoğlu H, Őengöl A, Yılmaz Y, Çobankara FK. Yeni bir bilgisayarlı sıvı filtrasyon ölçüm cihazının güvenilirlik analizi. *Cumhuriyet Üni. Diş Hek. Fak. Derg.* 2005;2(8):98-104.
- 140- Pasley DH. Dentin permeability: theory and practice In ‘‘Experimental Endodontics’’ Ed by Spangberg LSW, Inc. USA: CRC Press, 1990:19-50, (Çevirimiçi) <http://books.google.com.tr/books>, 9 Mayıs 2008.
- 141- Bodrumlu E. Biocompatibility of retrograde root filling materials: a review. *Aust Endod J* 2008;34(1):30-5.

- 142- Siqueira JF Jr, Rôças IN, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM, Favieri A. Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage. *J Endod* 2001;27(11):673-5.
- 143- Ozata F, Erdilek N, Tezel H. A comparative sealability study of different retrofilling materials. *Int Endod J* 1993;26(4):241-5.
- 144- Danin J, Linder L, Sund ML, Strömberg T, Torstenson B, Zetterqvist L. Quantitative radioactive analysis of microleakage of four different retrograde fillings. *Int Endod J* 1992;25(4):183-8.
- 145- Pissiotis E, Sapounas G, Spångberg LS. Silver glass ionomer cement as a retrograde filling material: a study in vitro. *J Endod* 1991;17(5):225-9.
- 146- Zetterqvist L, Anneroth G, Danin J, Rödning K. Microleakage of retrograde fillings- a comparative investigation between amalgam and glass ionomer cement in vitro. *Int Endod J* 1988;21(1):1-8.
- 147- Aktener BO, Pehlivan Y. Sealing ability of cermet ionomer cement as a retrograde filling material. *Int Endod J* 1993;26(2):137-41.
- 148- Hosoya N, Lautenschlager EP, Greener EH. A study of the apical microleakage of a gallium alloy as a retrograde filling material. *J Endod* 1995;21(9):456-8.
- 149- Gargallo Albiol J, Aguirre Urizar JM, Gay Escoda C. A comparative study of silver amalgam and compomer as retrograde filling materials in periapical surgery. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008;13(2):E133-7.
- 150- Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endod* 2006;32(7):601-23. Epub 2006 May 6.
- 151- Er K, Taşdemir T, Bayramoğlu G, Siso SH. Comparison of the sealing of different dentin bonding adhesives in root-end cavities: a bacterial leakage study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106(1):152-8.

- 152- Erkut S, Tanyel C, Keklikoğlu N. A comparative microleakage study of retrograd filling materials. *Turk J Med Sci* 2006;36:113-120.
- 153- Vertucci FJ, Beatty RG. Apical leakage associated with retrofilling techniques: a dye study. *J Endod* 1986;12(8):331-6.
- 154- Mattison GD, von Fraunhofer JA, Delivanis PD, Anderson AN. Microleakage of retrograde amalgams. *J Endod* 1985;11(8):340-5.
- 155- İlhan B, Esener T, Akpınar KE, Er K, Ceyhan T. Farklı retrograd dolgu maddelerinin sızıntı değerlendirmesi: Endodontik sızıntı alışması. *GÜ Diş Hek Fak Derg* 2007;24(1):17-24.
- 156- Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *Int Endod J* 1994;27(5):233-8.
- 157- Youngson CC, Jones JC, Fox K, Smith IS, Wood DJ, Gale M. A fluid filtration and clearing technique to assess microleakage associated with three dentine bonding systems. *J Dent* 1999;27(3):223-33.
- 158- Zıraman F, Dinlar G. AH Plus ve Endion kanal patlarının dentin dokusuna tutunma özellikleri ve mikrosızıntılarının in vitro incelenmesi. *A Ü Diş Hek Fak Dergisi* 2000;10:14-20.
- 159- Vasudev SK, Goel BR, Tyagi S. Root end filling materials-A review. *Endodontology* 2003;15:12-8.
- 160- Powis DR, Follerås T, Merson SA, Wilson AD. Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. *J Dent Res* 1982;61(12):1416-22.
- 161- Economides N, Kokorikos I, Gogos C, Kolokouris I, Staurianos C. Comparative study of sealing ability of two root-end-filling materials with and without the use of dentin-bonding agents. *J Endod* 2004;30(1):35-7.

- 162- Tronstad L, Trope M, Doering A, Hasselgren G. Sealing ability of dental amalgams as retrograde fillings in endodontic therapy J Endod. 1983;9(12):551-3.
- 163- Meci S. İki farklı kompomer dolgu materyalinin uzun dönemdeki mikrosızıntılarının sıvı filtrasyon yöntemiyle dentinle kenar uyumlarının taramalı elektron mikroskopuyla amalgamla karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Konya: İstanbul Üniversitesi Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 2001:3-28.
- 164- McLean JW, Gasser O. Glass-cermet cements. Quintessence Int 1985;16(5):333-43.
- 165- Haznedaroğlu F, Sübay RK, Tank K, Aşçı S. Kanal dolgu patı kullanılarak ve kullanılmadan uygulanan iki değişik termoplastik gutta perka enjeksiyon tekniğinin apikal sızıntı yönünden değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 1996;30(3):173-178.
- 166- Roth S. A laboratory study of glass ionomer cement as a retrograde root-filling material. Aust Dent J 1991;36(5):384-90.
- 167- Chong BS, Pitt Ford TR, Watson TF. The adaptation and sealing ability of light-cured glass ionomer retrograde root fillings. Int Endod J 1991;24(5):223-32.
- 168- Rossi RR, Aranha AC, Eduardo Cde P, Ferreira LS, Navarro RS, Zezell DM. Microleakage of glass ionomer restoration in cavities prepared by Er,Cr:YSGG laser irradiation in primary teeth. J Dent Child (Chic) 2008;75(2):151-7.
- 169- Delmé KI, Deman PJ, De Bruyne MA, Nammour S, De Moor RJ. Microleakage of glass ionomer formulations after erbium:yttrium-aluminium-garnet laser preparation. Lasers Med Sci 2008;21. [Epub ahead of print]
- 170- Crim GA. Marginal leakage of visible light-cured glass ionomer restorative materials. J Prosthet Dent 1993;69(6):561-3.

- 171- Barkhordar RA, Pelzner RB, Stark MM. Use of glass ionomers as retrofilling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989;67(6):734-9.
- 172- Toledano M, Osorio E, Osorio R, García-Godoy F. Microleakage of Class V resin-modified glass ionomer and compomer restorations. *J Prosthet Dent* 1999;81(5):610-5.
- 173- Hallett KB, Garcia-Godoy F. Microleakage of resin-modified glass ionomer cement restorations: an in vitro study. *Dent Mater* 1993;9(5):306-11.
- 174- Brackett WW, Gunnin TD, Gilpatrick RO, Browning WD. Microleakage of Class V compomer and light-cured glass ionomer restorations. *J Prosthet Dent* 1998;79(3):261-3.
- 175- Wilder AD Jr, Swift EJ Jr, May KN Jr, Thompson JY, McDougal RA. Effect of finishing technique on the microleakage and surface texture of resin-modified glass ionomer restorative materials. *J Dent* 2000;28(5):367-73.