

T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI ve TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
ENDODONTİ BİLİM DALI



**REZİN ESASLI YENİ BİR KANAL DOLGU SİSTEMİNİN APİKAL
SIZDIRMAZLIĞININ ve BİYOLOJİK UYUMLULUĞUNUN
İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ
Dt. Emel Olga ÖNAY

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Mete ÜNGÖR

Proje No: D-DA04/01

Ankara/2006

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimde olduğu gibi tezimin gerçekleşmesinde fikirleri ile yol gösteren, bilgisi ve hoşgörüsü ile her zaman destek olan değerli hocam Doç. Dr. Mete Üngör'e,

Bilgisayarlı sıvı filtrasyon cihazının kullanımındaki yardımları, fikirleri ve her türlü desteği ile değerli arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Hasan Oruçoğlu'na,

Araştırmanın gelişimindeki ve patolojik değerlendirmelerdeki yardımları ile desteğini esirgemeyen B.Ü. Patoloji Anabilim Dalı'ndan Doç. Dr. Handan Özdemir'e,

Araştırmanın deney aşamasındaki yardımlarından dolayı B.Ü. Deney Hayvanları Üretim ve Araştırma Merkezi'nden Yrd. Doç. Dr. Hale Tufan'a ve tüm laboratuvar teknisyenlerine,

İstatistiksel değerlendirmelerdeki ve grafik tasarımlarındaki yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Emine Elif Alaaddinoğlu, Dr. Bahar Füsün Oduncuoğlu ve sevgili kardeşim İdil Önay'a,

Araştırmanın şekillenmesindeki desteği ve fikirleri ile Yrd. Doç. Dr. Neslihan Arhun'a ve her aşamadaki eşsiz yardımları ile Dr. Kamran Gülşahi'na,

Sevgisi ve desteği ile her zaman yanımda olan sevgili arkadaşım Dr. Ceren Alikaya'ya,

Yaşamımın her anında olduğu gibi doktora eğitimim boyunca sonsuz sevgileri ve destekleriyle bugünlere gelmemi sağlayan sevgili aileme,

En içten duygularıyla teşekkür ederim.

ÖZET

Araştırmamızın amacı, rezin esaslı yeni bir kök kanal dolgu materyali olan Epiphany-Resilon sisteminin biyolojik uyumluluğunun incelenmesi ve AH Plus, guta perka, Epiphany ve Resilon materyallerinin farklı kombinasyonlarının apikal sızdırmazlık yönünden değerlendirilmesidir. Biyolojik uyumluluk çalışmasında 36 adet, 9 aylık ve 200–220 gr ağırlığında olan Wistar Albino cinsi rat kullanıldı. Anestezi sonrası ratların sırtlarında dört adet subkütanöz cep hazırlandıktan sonra, her bir materyal (Resilon, guta perka, teflon tüp içerisine yerleştirilmiş Epiphany, boş teflon tüp) belirli bir cep içerisine implante edildi. Boş olan teflon tüpleri ve guta perka konlar kontrol grubu olarak kullanıldı. İmplantlar 1, 4 ve 8 haftalık süreler sonrası, etraflarında bulunan dokularla birlikte çıkarıldı. Histopatolojik değerlendirme sonucunda doku reaksiyonları derecelendirildi. İncelenen her zaman aralığındaki implant materyalleri arasında, doku reaksiyonu açısından bir farkın olmadığı belirlendi ($p>0.05$). Dördüncü haftadan itibaren doku reaksiyonu şiddetinin oldukça hafiflediği, 8 haftalık dönemde azalmaya devam ettiği gözlemlendi. Test edilen materyallerin tümü biyolojik uyumluluk yönünden yeterli bulundu. Araştırmada apikal sızıntısının incelenmesi için 70 adet tek köklü diş, ProTaper dönen aletler ile crown-down tekniği ile prepare edildi. Örnekler rastgele olarak 4 adet çalışma grubuna (15'er diş) ve 2 adet kontrol grubuna (5'er diş) olmak üzere toplam 6 gruba bölündü ve şu şekilde dolduruldu: Grup 1, AH Plus + guta perka; Grup 2, AH Plus + Resilon; Grup 3, Epiphany + Resilon; Grup 4, Epiphany + guta perka. Tüm dişler 1 hafta süreyle nemli gazlı bez içerisinde kapalı kaplarda muhafaza edildi. Bir hafta sonra $10 \pm 0,05$ mm boyutunda hazırlanmış örnekler bilgisayarlı sıvı filtrasyon cihazına bağlanarak apikal sızıntıları incelendi. ANOVA testi ile gruplar arasında istatistiksel olarak farkların olduğu tespit edildi. Tukey HSD test metodu kullanılarak, Group 4 (Epiphany + gutta-percha)'ün apikal sızıntı değerinin istatistiksel olarak Group 2 (AH Plus + Resilon)'den daha düşük olduğu tespit edildi ($p<0.05$). Group 3 (Epiphany + Resilon) ile diğer çalışma grupları arasında istatistiksel bir fark görülmedi ($p>0.05$).

Anahtar kelimeler: AH Plus, apikal mikrosızıntı, biyolojik uyumluluk, Epiphany, Resilon.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the in vivo biocompatibility of the new resin-based Epiphany-Resilon root canal filling system and to assess the apical sealing ability with different pairings of AH Plus, gutta-percha, Epiphany and Resilon. Thirty-six Wistar Albino rats, 9 months old, weighing 200 to 220 g, were used to evaluate the biocompatibility. Four subcutaneous pockets were created in the back of rats, and each material (Resilon, gutta-percha, teflon tube containing Epiphany, empty teflon tube) were implanted into specific dorsal site. The empty teflon tubes and gutta-percha points were used as control. After 1, 4, and 8 weeks, the implants were removed with the surrounding tissues. The tissue reactions were graded after a histopathological examination. At each time period there was practically no difference in the reaction of all the implant materials ($p>0.05$). The intensity of the reaction had diminished by the 4-week observation period, and this reduction continued through the 8-week observation period. All the tested materials showed an acceptable biocompatibility. For the apical leakage study, 70 single rooted teeth were instrumented using ProTaper rotary files and crown-down technique. The roots were divided randomly into 6 groups (4 experimental groups of 15 roots each and 2 control group of 5 roots) and filled as follows: Group 1, AH Plus + gutta-percha; Group 2, AH Plus + Resilon; Group 3, Epiphany + Resilon; Group 4, Epiphany + gutta-percha. All 70 roots were stored in gauze dampened with sterile saline and enclosed in sealed tubes for 7 days to allow the sealer to set. One-week later, apical parts of roots of $10 \pm 0,05$ mm were attached to computerized fluid filtration meter and the apical microleakage values were determined. ANOVA revealed a significant difference among the groups. Multiple paired comparisons (Tukey test) showed that Group 4 (Epiphany + gutta-percha) had significantly lower apical leakage than Group 2 (AH Plus + Resilon) ($p<0.05$). Group 3 (Epiphany + Resilon) showed no significant difference from either Group 1 (AH Plus + gutta-percha) or from Group 2 and Group 4 ($p>0.05$).

Key Words: AH Plus, apical microleakage, biocompatibility, Epiphany, Resilon.

İÇİNDEKİLER

İç Kapak	
Kabul ve Onay	
Teşekkür.....	iii
Özet.....	iv
Abstract.....	vi
İçindekiler.....	viii
Kısaltmalar Dizini.....	x
Şekiller Dizini.....	xii
Tablolar Dizini.....	xiv
1. GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Biyolojik Uyumluluk.....	11
2.2 Kök Kanalında Apikal Mikrosızıntı.....	14
2.2.1 Sıvı Filtrasyon Tekniği.....	18
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	20
3.1 Biyolojik Uyumluluk Çalışması.....	21
3.1.1 İmplant Materyallerinin Hazırlanması.....	23
3.1.2 Stromada İzlenen İltihabi Hücre İnfiltrasyonu Gradelemesi.....	29
3.1.3 Mast Hücre İnfiltrasyonu Gradelemesi.....	29
3.1.4 Fibroblast Proliferasyonunun Gradelemesi.....	29
3.1.5 Vasküler Proliferasyonun Gradelemesi.....	30
3.2 Apikal Sızdırmazlık Çalışması.....	30
3.2.1 Apikal Mikrosızıntının Bilgisayar Destekli Sıvı Filtrasyon Yöntemi ile Değerlendirilmesi.....	33
3.2.2 Sıvı Filtrasyon Yönteminde Çıkan Sonuçların Değerlendirilmesi.....	35
4. BULGULAR.....	37
4.1 Biyolojik Uyumluluk Çalışması.....	37
4.1.1 Bir Haftalık Döneme Ait Bulgular.....	37
4.1.2 Dört Haftalık Döneme Ait Bulgular.....	40
4.1.3 Sekiz Haftalık Döneme Ait Bulgular.....	43

4.2 Apikal Sızdırmazlık Çalışması.....	50
5. TARTIŞMA.....	54
6. SONUÇLAR.....	67
7. KAYNAKLAR.....	70

KISALTMALAR ve SİMGELER

#	Numara
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
ADA	American Dental Association
ark	Arkadaşları
atm	Atmosfer
BaSO ₄	Baryum sülfat
Bis GMA	Bisfenol A diglisidil dimetakrilat
cm	Santimetre
cm ²	Santimetre kare
cmH ₂ O	Santimetre su
EBPADMA	Etoksilat bisfenol A dimetakrilat
EDTA	Disodyum etilendiamintetraasetik asit
EGDMA	Etilenglikol dimetakrilat
gr	Gram
HE	Hematoksilen eozin
ISO	International Organization for Standardization
kPa	Kilopaskal
mg/kg	Miligram/kilogram
min	Dakika
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mm/dak	Milimetre/dakika
NaOCl	Sodyum hipoklorit
Ort	Ortalama değer
PEGDMA	Polietilen glikol dimetakrilat
SEM	Scanning Elektron Mikroskop
SS	Standart Sapma
T.C.	Türkiye Cumhuriyeti
TEGDMA	Trietilenglikol dimetakrilat

TiO₂

μ

μl

Titanyum oksit

Mikron

Mikrolitre

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1 Rezin esaslı Epiphany kanal dolgu sistemi.....	20
Şekil 3.2 Ratların sırtının tıraşlanması ve dezenfekte edilmesi.....	22
Şekil 3.3 Ratların sırt bölgesine insizyonun yapılması.....	22
Şekil 3.4 Periost elevatörü ile subkütan ceplerin oluşturulması.....	23
Şekil 3.5 Epiphany kanal dolgu patının insülin şırıngasına aktarılması.....	24
Şekil 3.6 Epiphany kanal dolgu patının insülin şırıngasından teflon katetere aktarılması.....	24
Şekil 3.7 İmplant edilen tüm materyaller 10 mm boyunda kesilerek standardize edildi. Şekilde .04 Taper Resilon materyalinin hazırlanması görülmektedir.....	25
Şekil 3.8 Ratın sağ omuz bölgesine yerleştirilen, teflon tüp içerisinde bulunan Epiphany kanal dolgu patı görülmektedir.....	26
Şekil 3.9 Subkütan ceplerin sütüre edilmesi.....	26
Şekil 3.10 Sütürlerin üzerine antibakteriyel spreyin sıkılması.....	27
Şekil 3.11 İmplant materyallerinin çevre dokular ile birlikte çıkartılması.....	28
Şekil 3.12 Doku örnekleri % 10 tamponlanmış formaldehite konuldu.....	28
Şekil 3.13 Bilgisayar destekli sıvı filtrasyon yöntemi ile apikal mikrosızıntı ölçüm düzeneği.....	34
Şekil 3.14 Sıvı filtrasyon miktarının hesaplanması.....	36
Şekil 4.1 Bir haftalık dönemde dermis ve subkütan doku boyunca tam kat olarak oluşturulan boş teflon tüp boyunca granülasyon dokusu gelişmiştir.....	38
Şekil 4.2 Bir haftalık dönemde Epiphany'nin bulunduğu teflon tüp etrafındaki stromada belirgin ödem, orta derecede vasküler proliferasyon ve az sayıda iltihabi hücre infiltrasyonu saptandı.....	38
Şekil 4.3 Bir haftalık guta perka örneklerinde, kollajen demetlerini parçalayan ve granülasyon dokusu gelişimine neden olan iltihabi hücre infiltrasyonu, vasküler proliferasyon ve belirgin fibroblast proliferasyonu izlenmektedir.....	39

Şekil 4.4 Bir haftalık Resilon grubunda, epidermis ve dermis katları boyunca yerleştirilmiş Resilon etrafında hiyalinizasyon ve fibroblast proliferasyonu gözlenmektedir.....	39
Şekil 4.5 Bir haftalık döneme ait doku reaksiyonları.....	40
Şekil 4.6 Dört haftalık dönemde, boş teflon tüp duvarında orta derecede fibroblast proliferasyonu dikkati çekmektedir.....	41
Şekil 4.7 Dört haftalık döneme ait Epiphany içeren teflon tüp etrafında belirgin bir inflamasyon ve fibrozis gelişimi mevcut değildir.....	41
Şekil 4.8 Dört haftalık Resilon grubunda iltihabi hücre infiltrasyonu, fibroblast ve vasküler proliferasyon mevcut değildir.....	42
Şekil 4.9 Dört haftalık guta perka örneğinde belirgin inflamasyon, vasküler ve fibroblast proliferasyonu dikkati çekmektedir.....	42
Şekil 4.10 Dört haftalık döneme ait doku reaksiyonları.....	43
Şekil 4.11 Sekiz haftalık örnekte, boş teflon tüp girişinin yapıldığı epidermis ve dermiste düzensizliklerle birlikte stromada belirgin inflamatuvar hücre infiltrasyonu, fibroblast ve vasküler proliferasyon izlenmektedir.....	44
Şekil 4.12 Sekiz haftalık guta perka örneğinde epidermis ve dermiste düzensizlik, fibrozis ve inflamasyon görülmektedir.....	45
Şekil 4.13 Sekiz haftalık Epiphany içeren teflon tüp etrafında minimal düzeyde inflamasyon, vasküler proliferasyon izlenmekte.....	45
Şekil 4.14 Sekiz haftalık Resilon örneğinde belirgin bir patoloji izlenmemektedir.....	46
Şekil 4.15 Sekiz haftalık döneme ait doku reaksiyonları.....	46
Şekil 4.16 Dönemlere göre stromal iltihabi hücre infiltrasyonu.....	47
Şekil 4.17 Dönemlere göre mast hücre infiltrasyonu.....	48
Şekil 4.18 Dönemlere göre vasküler proliferasyon.....	48
Şekil 4.19 Dönemlere göre fibroblast proliferasyonu.....	49
Şekil 4.20 Kanal dolgu patı ve materyallerinin farklı kombinasyonlardaki ortalama sızıntı miktarları.....	53

TABLÖLAR

Tablo	Sayfa
Tablo 4.1 İmplant materyallerinin farklı dönemlerdeki inflamatuvar reaksiyon derecelerinin genel dağılımı.....	50
Tablo 4.2 Çalışma ve kontrol gruplarına ait ortalama sıvı filtrasyon değerleri...	52

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Başarılı bir endodontik tedavinin asıl amacı, kök kanal sisteminde bulunan organik ve inorganik materyallerin, periapikal dokular açısından enfeksiyon riski taşıyan tüm mikroorganizmaların ve toksik ürünlerin uzaklaştırılmasından sonra, ideal temizleme ve şekillendirme işlemlerinin gerçekleştirilerek kök kanalının hermetik olarak üç boyutlu bir şekilde doldurulmasıdır (Bayırlı, 1998; Alaçam, 2000).

Endodontide ideal bir kök kanal dolgu materyali arayışı çerçevesinde her geçen gün yeni bir materyalin ve tekniğin geliştirildiğini görmekteyiz. Geliştirilen materyallerin gerek fiziksel gerekse biyolojik özelliklerinin test edilebilmesi için birçok in vitro ve in vivo yöntemden yararlanılmaktadır.

Adeziv sistemlerinin endodontide iki amaçla kullanıldığını; bunların kök kanal boşluğunun doldurulmasında kullanılan kanal dolgu materyalleri ve adeziv sistemlerden yararlanarak yapılan post preparasyonları olduğu bildirilmiştir (Goldman ve ark., 1984).

Rezinlerin kimyasal bağlanma kapasiteleri sayesinde endodontideki sızıntı probleminin çözümünde alternatif materyaller olarak kullanımları söz konusudur. Bugüne kadar kanal dolgu materyali olarak kullanılması düşünülen tüm bonding ajanları ve rezin sistemleri çalışma özelliklerinin ve radyoopasitelerinin yetersiz olması, uzaklaştırılabilme güçlükleri nedeniyle endodontik açıdan yetersiz bulunmuşlardır (Zidan ve El Deeb, 1985; Rawlinson 1989; Leonard ve ark., 1996; Ahlberg ve Tay, 1998).

Endodontide yeni bir kanal dolgu materyali olarak sunulan Epiphany-Resilon sisteminde, metakrilat esaslı kanal dolgu patı, sentetik polimer yapısında olan bir kanal dolgu materyali ve self-etch özelliğinde olan primer bulunmaktadır. Resin esaslı olan Epiphany-Resilon kanal dolgu sisteminin dentin ile ve kendi içinde oluşturduğu monoblok sayesinde, diş dokularının iç direncinin kuvvetlendirildiği ve gerek koronal gerekse apikal sızıntının önüne geçildiği belirtilmektedir (Teixeira ve ark., 2004; Shipper ve ark., 2005).

Kanal dolgu materyallerinin gerek fiziksel gerekse biyolojik özelliklerinin anlaşılması, klinik görüşlerin elde edilmesi amacıyla gerçekleştirilen çok yönlü çalışmalar büyük bir önem taşımaktadır. Bu amaçtan yola çıkarak araştırmamızda, Epiphany-Resilon kanal dolgu sisteminin doku reaksiyonları histopatolojik olarak in vivo incelenirken, apikal sızdırmazlık özelliği in vitro olarak bilgisayar kontrollü sıvı filtrasyon tekniği ile incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Endodontik tedavinin son aşaması olan kök kanalının doldurulması tedavinin uzun dönemdeki başarısı açısından büyük bir önem taşımaktadır. Kök kanal dolgusunda amaç, foramen apikale'de dentin-sement birleşiminden başlayarak koronal giriş kavitesine kadar kök kanal sisteminin inert bir materyalle sızdırmaz bir şekilde doldurulmasıdır. Kök kanal dolgusunda kanallar tıkanarak, periapikal dokular ile ağız ortamı arasındaki ilişkinin ortadan kaldırılmasına çalışılır.

Kök kanallarının sızdırmaz bir şekilde doldurulması gerekliliğinin başlıca sebepleri (Alaçam, 2000);

1. Kanalların doldurulmadan boş kalan bölümüne periapikal eksuda sızıntısı olabilir. Bu proteinli artıklar parçalanıp periapikal dokularda irritasyon yapabilir.
2. Boş kalmış veya tamamen doldurulmamış bölümlerdeki mikroorganizmalar periodontal dokulara geçerek geçici bakteriyemi yapar ve periodontal dokuları irrite edebilir.
3. Kök kanallarındaki boşluklarda kalan hava veya gaz basınçla ağrıya neden olabilir.
4. Geride kalan diş yapılarına destek sağlanmış olur.
5. Periapikal doku iyileşmesi ve biyolojik iyileşme için uygun koşullar elde edilmiş olur.

Ingle (1976), endodontik tedavide başarısızlığın en büyük nedeninin, periapikal eksudanın tam dolmamış kanallara sızması olduğunu belirtmiştir. Başarısızlığın yaklaşık olarak % 60'ı kök kanalının tam olarak doldurulmamasından ileri gelmektedir. Bu nedenle kök kanallarını doldurma teknikleri yanında seçilecek kanal dolgu maddeleri de önem kazanmaktadır.

Grossman (1988)'a göre ideal kanal dolgu maddesinin taşıması gereken özellikler aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

1. Madde kök kanalına kolaylıkla tatbik edilebilmelidir,
2. Boyutsal olarak stabil olmalı, uygulamayı takiben formunda değişiklik veya büzülme olmamalı,
3. Kök kanalını apikal ve lateral yönde iyi kapatmalı,
4. Neme karşı dayanıklı olmalı, geçirgen olmamalı,
5. Periapikal dokuları irrite etmemeli,
6. Bakteriyostatik olmalı,
7. Radyopak olmalı,
8. Diş dokularını boyamamalı,
9. Çabuk ve kolay sterilize edilebilmeli,

10. Gerektiğinde kolaylıkla sökülebilmeli.

Grossman (1988)'a göre ideal kök kanal patında bulunması gereken özellikler de şu şekilde sıralanmıştır;

1. Kanal duvarıyla ve dolgu maddesiyle iyi bir adezyon sağlamalıdır,
2. Sertleştiğinde mükemmel bir sızdırmazlık sağlamalıdır,
3. Radyopak olmalıdır,
4. Diş dokularını boyamamalıdır,
5. Boyutsal değişiklikler göstermemelidir,
6. Kolaylıkla karıştırılabilmesi ve kanala tatbik edilebilmelidir,
7. Gerektiğinde kolayca sökülebilmelidir,
8. Doku sıvılarında çözünmemelidir,
9. Bakterisid özelliğe sahip olmalı ya da en azından bakterilerin üremelerine engel olmalıdır.
10. Periapikal dokuları irrite etmemelidir,
11. Yavaş sertleşmeli, yeterli çalışma zamanına izin vermelidir.

Ingle ve ark. (1985) bu sayılan özelliklere aşağıdaki maddelerin de ilave edilebileceğini belirtmişlerdir;

12. Periapikal dokularda immün bir cevap oluşturmamalıdır,
13. Mutajen veya karsinojen olmamalıdır.

Endodontik tedavide 100'den fazla farklı teknik ve 270 civarında da materyal kullanılmaktadır (Nguyen, 1991). Bu kadar çok teknik ve materyal kullanılması, ideal materyal ve tekniğin henüz bulunamadığını göstermektedir.

Araştırmacılar (Grossman, 1974; Harty, 1981) kanal dolgu maddelerini fiziksel özellikleri, sertleşme süreleri, içerdikleri maddeler ve rezorbe olabilme

gibi çeşitli özelliklerine göre farklı sınıflandırmalara tabi tutmuşlardır. Grossman (1974) kanal dolgu maddelerini; simanlar, patlar, plastikler ve katı maddeler olmak üzere dört gruba ayırırken, Cohen ve Burns (1974) kanal dolgu maddelerini içeriklerine göre çinko-oksit öjenol içeren patlar, çinko-oksit öjenol içermeyen patlar, tedavi edici özelliği olan ve tedavi edici özelliği olmayan patlar olmak üzere sınıflandırmışlardır.

Bayırlı (1998) ise iyodoformlu kanal dolgu maddeleri, öjenollü kanal dolgu maddeleri, öjenolsüz kanal dolgu maddeleri, paraformaldehitli kanal dolgu maddeleri, kalsiyum hidroksitli kanal dolgu maddeleri, sentetikler, cam iyonomer simanlar, katı maddeler, retrograd dolgu maddeleri şeklinde bir sınıflandırma yapmıştır.

Seltzer (1988), kanal dolgu patlarını; çinko-oksit öjenol esaslı patlar, plastik esaslılar ve adeziv simanlar olmak üzere 3 grupta toplamıştır.

Nguyen (1994), bugün tedavide kullanılan kök kanal dolgu maddelerini şu şekilde sınıflamıştır;

1. Kök kanal dolgu patları: Bu grupta çinko-oksit öjenol içeren patlar, çinko oksit ve sentetik rezinler (Cavit), epoksi rezinler (AH 26), akrilik, polietilen, polivinil rezinler (Diaket), polikarboksilat simanlar, silikon kauçuklardır.
2. Yarı katı maddeler: Guta perka, akrilik ve guta perka içeren konlar.

Bugün kök kanal sisteminin doldurulması için genel eğilim guta perkanın bir kanal dolgu patı ile birlikte kullanıldığı yöntemlerdir.

Guta perka Güney Amerika'da özellikle de Brezilya'da bulunan kauçuk ağaçlarının yoğunlaştırılmış beyaz öz suyundan elde edilmektedir ve kimyasal formülü trans-poliizopropen'dir. Yaklaşık olarak % 60 kristal formdadır. Dış Hekimliği'nde kullanılan guta perkanın içinde çinko oksit (ZnO), radyoopaklık

verici metal sülfatlar ve plastik özellik veren mum ve rezinler katılmıştır. Guta perka karışımı üç ayrı formda bulunabilir. Bunlar alfa (α) ve beta (β) olarak adlandırılan iki kristal form ve amorf şeklidir. Guta perka temel olarak alfa fazındadır ve termoplastik kök kanal dolgusu yöntemlerinde kullanılmaktadır. Geleneksel guta perka konlar ise, beta fazındadır ve 42–49°C arası ısılarında alfa fazına dönüşürler. Isıtılmaya devam edildiğinde 53–59°C arasında amorf yapı kazanırlar (Alaçam, 1990).

Guta perka konlarının kök kanal dolgu sistemi içerisinde kullanılmasının avantajları şunlardır (Nyguen, 1994):

1. Sıkıştırılabilir, lateral veya vertikal kondensasyon ile kanal konturlarına ve eğri kanallara uyum gösterir.
2. Kolaylıkla yumuşatılabilir, ısı, ökaliptol, kloroform, ksilol gibi çözücülerle plastik hale getirilebilir.
3. İrritan değildir.
4. Boyutsal olarak stabildir, organik çözücülerle çözündüğünde büzülme göstermez.
5. Doku tarafından tolere edilebilir.
6. Dışın renginde değişiklik yapmaz.
7. Radyoopaktır.
8. Gerekğinde kanaldan kolayca sökülebilir.

Dezavantajları ise şöyledir:

1. Rijit değildir kolayca bükülebilir, bu nedenle dar kanallarda zor kullanılır.
2. Kanal duvarlarına adezyon göstermedikleri için yumuşak kanal dolgu patları ile kullanımları zorunludur.
3. Herhangi bir engelle karşılaşmadıkça basınçla uygulandığında kolaylıkla apikal foramenden çıkabilir. Bu nedenle kanal dolgusu apikal

daralım bölgesinde sonlandırılmalıdır. Bu bölge apikal foramenden 0,5–1 mm kadar yukarıdadır. Kanal prepare edilirken eğeler ile ortadan kaldırılmamasına dikkat edilmelidir.

Kök kanal patlarının, guta perka ile beraber kullanımı, kök kanal dolgusunun başarısını artırmasının yanı sıra, aşağıdaki özellikleri de sağlayacaktır (Barkhordar, 1989; Fuss ve ark., 2000; Leonardo ve ark., 2000):

1. Antibakteriyel özellikleriyle, kök kanallarında dezenfeksiyon etkisi gösterirler.
2. Akışkanlık özellikleriyle, dolgu maddesi ile dentin duvarı arasında kalan boşluğu doldurarak kanalın tamamen tıkanmasını sağlarlar. Yine bu özellik sayesinde yan ve aksesuar kanalların tıkanması imkânı sağlanacaktır.
3. Plastik veya yarı sıvı şekilde kanala yerleştirilen patın sertleşmesiyle, esas kanal dolgu maddesinin dentin duvarlarına adaptasyonu ve bağlanması sağlanacaktır.
4. Kanal içerisinde oluşturduğu kayganlık yardımıyla, guta perkanın kolayca uygulanması olanağı sağlanacaktır.

Günümüzde kanal dolgu patları, çinko-oksit öjenol esaslı patlar, cam iyonomer esaslı patlar, paraformaldehit esaslı patlar, kalsiyum hidroksit esaslı patlar ve rezin esaslı patlar olmak üzere kimyasal yapıları dikkate alınarak 5 ana başlık altında toplanmıştır.

Polimer yapıdaki kanal dolgu patları arasında epoksi rezin içeren AH 26 ve AH Plus (DeTrey Dentsply, Konstanz, Germany) sayılabilir. AH Plus, AH 26'nın istenmeyen bazı özellikleri elimine edilerek üretilmiştir. İki pat halinde olan AH Plus'ın içeriğinde bisfenol-A-diglisidileter, kalsiyum tungstat, demir oksit, zirkonyum dioksit, adamantan amin, diaminler, silikon yağı bulunmaktadır (Orstavik ve ark., 2001). McMichen ve ark. (2003), AH Plus kanal dolgu patının sertleşme zamanının 37°C ve % 100 nemli ortamda 500 dakika, çalışma zamanının ise 23°C ve % 50 nemli ortamda 120 dakikadan fazla olduğunu

bildirmişlerdir. Aynı çalışmada AH Plus'ın en düşük çözünürlüğe ve en yüksek film kalınlığına sahip olduğunu göstermişlerdir.

Miletic ve ark. (2003) çeşitli konsantrasyonlardaki AH 26 ve AH Plus kanal dolgu patlarının sitotoksitesi ve mutajenik özelliklerine dair yaptıkları çalışmada, yüksek dozlarda her iki patın sitotoksik özellikte olmalarına rağmen mutajenik özelliklerinin bulunmadığını bildirmişlerdir.

Kayaoğlu ve ark. (2005) Enterococcus faecalis bakterisi üzerinde MCS, AH Plus, Grossman's sealer, Sealapex ve Apexit kanal dolgu patlarının antibakteriyel özelliklerini kısa dönemde inceledikleri çalışmalarında, MCS, AH Plus ve Grossman's sealer patlarının diğerlerine göre belirgin oranda canlı bakteri sayısını azalttıklarını bulmuşlardır.

Eldeniz ve ark. (2005) rezin içerikli üç adet kanal dolgu patının dentin ile olan bağlanma kuvvetlerini incelemişlerdir. EDTA ve NaOCl solüsyonlarının bağlanma kuvveti üzerinde etkili olduğunu buldukları AH Plus patının, Diaket ve EndoRez kanal dolgu patlarına göre smear tabakası varlığında veya yokluğunda daha yüksek bağlanma kuvveti gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Dentin bonding ajanları ve rezinler konservatif diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Rezinlerin kimyasal bağlanma kapasiteleri sayesinde endodontideki sızıntı probleminin çözümünde alternatif materyaller olarak kullanımları söz konusudur. Bugüne kadar kanal dolgu materyali olarak kullanılması düşünülen tüm bonding ajanları ve rezin sistemleri çalışma özelliklerinin ve radyoopasitelerinin yetersiz olması, uzaklaştırılabilme güçlükleri nedeniyle endodontik açıdan yetersiz bulunmuşlardır (Zidan ve El Deeb, 1985; Rawlinson 1989; Leonard ve ark., 1996; Ahlberg ve Tay, 1998).

Goldman ve ark. (1984), adeziv sistemlerinin endodontide iki amaçla kullanıldığını, bunların kök kanal boşluğunun doldurulmasında kanal dolgu

materyali olarak ve adeziv sistemlerden yararlanarak yapılan post preparasyonları olduğunu belirtmişlerdir.

Endodonti’de yeni yer bulan Epiphany-Resilon kök kanal dolgu sistemi, temelde bünyesinde bir kanal dolgu patı ve bir kanal dolgu materyali içeren rezin esaslı bir sistemdir.

Epiphany (Pentron Clinical Technologies, LLC, Wallingford, CT, USA) dual-cure özelliğinde olan rezin kompozit esaslı bir kanal dolgu patıdır. İçeriğinde BisGMA, etoksilat BisGMA, üretan dimetakrilat, hidrofilik difonksiyonel metakrilatların yanı sıra doldurucu olarak kalsiyum hidroksit, baryum sülfat, baryum glass, bizmut oksiklorit ve silika içerir. İçeriğinin % 70’ini doldurucular oluşturmaktadır (Barnett ve Trope, 2004).

Resilon (Pentron Clinical Technologies, LLC, Wallingford, CT, USA) termoplastik sentetik polimer esaslı kanal dolgu materyalidir. İçeriğinde ayrıca %65 oranında biyoaktif cam, bizmut oksiklorit ve baryum sülfat doldurucuları bulunur. Resilon guta perka ile benzer özellikler taşımaktadır. Düşük sıcaklıklarda tıpkı guta perka konları gibi iken, daha yüksek ısılarda termoplastize edilebildiği gibi kloroform gibi çözücülerle kanaldan uzaklaştırılabilmektedir. Resilon’un ticari preparatında ISO standartlarında 0.002, 0.004, 0.006 taper’lı ve çeşitli boyutlarda aksesuar konlar mevcut iken ayrıca termoplastik kök kanal dolgu sistemi için kullanılabilecek pelet formları da bulunmaktadır (Barnett ve Trope, 2004; Shipper ve ark., 2005).

Epiphany-Resilon kök kanal dolgu sistemi ayrıca sülfonik asit yapısında olan fonksiyonel monomer, hidroksietilmetakrilat, su ve polimerizasyon başlatıcısı içeren self-etch özelliğinde olan Epiphany-primer içerir. Enstrümantasyon esnasında kullanılan % 17’lik EDTA solüsyonunu takiben uygulanan Epiphany-primer ve kanal dolgu patı, uygulanacak olan Resilon kanal dolgusu ile dentin duvarı arasında kalan boşlukları doldurarak hermetik bir

kapatma sağlar. Ayrıca endodontik tedavi nedeniyle zayıflayan diş yapısı Epiphany sistemi ile oluşturulan monoblok sayesinde iç yapının kuvvetlenmesi ile desteklendiği gösterilmiştir. (Barnett ve Trope, 2004; Shipper ve ark., 2004).

Shipper ve ark. (2004), Streptococcus mutans ve Enterococcus faecalis bakterileri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında Resilon ve guta perka materyallerini bakteriyel sızıntı açısından karşılaştırmışlardır. Lateral ve vertikal kondensasyon metodları ile 30 günlük dönemde inceledikleri materyallerden, Epiphany ve Resilon kombinasyonunun AH 26–guta perka ve AH 26-Resilon kombinasyonlarından belirgin olarak daha az sızıntı gösterdiğini bulmuşlardır.

Shipper ve ark. (2005) köpeklerde gerçekleştirdikleri bir diğer çalışmalarında, 56 adet premolar dişe koronal olarak yerleştirdikleri mikrobiyal plak ile 14 hafta sonucunda gelişen periapikal inflamasyonun derecesini değerlendirmişlerdir. Buna göre gelişen orta düzeyli periapikal inflamasyon AH 26 ve guta perka ile doldurulan dişlerde, Epiphany ve Resilon ile doldurulan dişlere göre belirgin olarak daha yüksek oranda tespit edilmiştir.

2.1 Biyolojik Uyumluluk

Kök kanal tedavisinde kök kanalının doldurulmasıyla beraber çenenin mezenşim dokusu içerisine yabancı bir madde yerleştirilmiş olur. Bu durum dolgu materyalinin canlı periapikal dokularla direkt ilişkide olduğu sonucunu da beraberinde getirir. Potansiyel olarak irrite edici özelliğe sahip materyallerin periapikal dokular ile temasına müsaade edilmesi halinde inflamasyon, nekroz ve beraberinde ağrı oluşabilir. İlgili bölgenin rejenerasyonunun ve fonksiyonunun sağlanamaması durumunda ise başarı şansı düşer. Bu nedenle kök kanal dolgu materyallerinin biyolojik özellikleri ve klinik uygulamalar açısından uygunluğunun değerlendirilmesi büyük bir önem taşımaktadır (Gulati ve ark., 1991).

Endodontik uygulamalarda herhangi bir materyal değerlendirilirken farklı kriterler göz önünde bulundurulmalıdır. Pulpa ve yumuşak dokulara zararlı

olmaması, dolaşım sistemine geçerek sistemik toksisiteye ve alerjik reaksiyonlara neden olabilecek herhangi bir madde içermemesi bu kriterlerden sadece birkaçıdır (Phillipps, 1991).

Eğer bir madde yumuşak dokulara zarar veriyorsa, o maddenin sağlam veya deformasyona karşı dayanıklı olmasının hiçbir önemi yoktur. Bir kanal dolgu maddesinin biyolojik uyumluluğu kabul edilebilir ise apikal sızıntı, manüplasyon ve diğer faktörler için test edilebilecek ve o maddenin endodontik dolgu materyali için uygun olup olmadığı belirlenebilecektir (Bayırlı, 1990; Phillipps, 1991).

Endodontik dolgu materyallerinin biyolojik olarak değerlendirilmesi için kullanılan standart testler üç kategoride sınıflandırılabilir (Olsson ve ark., 1981; Phillipps 1991):

1. Seviye Testleri: Materyallerin genel toksisitelerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılır. Bunlar; akut sistemik toksisite, inhalasyon, hemoliz, sitotoksisite ve karsinojenik etki testleridir.

2. Seviye Testleri: Lokal toksisite testleridir. Materyalin klinikteki kullanımını taklit eden şartlarda deneysel hayvanlarda geliştirilen testlerdir. Bunlar; subkütanöz implantasyon, kemik içi implantasyon, sensitizasyon ve oral mukoz membran irritasyon testleridir.

3. Seviye Testleri: Kullanılış testleridir. Materyaller deneysel hayvanların dişlerinin endodontik tedavilerinde kullanılır. Bunlar, restoratif materyaller için pulpa ve dentin testleri, pulpa kuafajı ve pulpatomi materyalleri, endodontik materyaller ve kemik içi implant materyalleridir.

Endodontik materyallerin biyolojik uyumluluklarının değerlendirilmesi için en uygun metotlardan birisi de materyallerin küçük deney hayvanlarına subkutanöz implantasyonudur (Olsson ve ark., 1981; Phillipps, 1991; Görduysus ve ark., 1998; Kolokouris ve ark., 1998).

İlk deneysel çalışmalarda test edilen maddeler deney hayvanlarının yumuşak dokularına bir enjektör yardımıyla direkt olarak yerleştirilmekteydi (Gulati ve ark., 1991). Ancak bu metodun en büyük dezavantajı, doku ile temas eden iritan özellikteki materyalin geniş bir yüzeyi kaplayarak bütün yönlele yayılması ve buna bağlı olarak ilk reaksiyonun çok şiddetli olmasıdır. Ayrıca bu metotta, kullanılan materyal miktarı da standardize edilememektedir (Peker, 1990).

Daha sonraları bu maddelerin deney hayvanlarına kök kanalını taklit eden tüpler içinde uygulanması geliştirilmiştir. Bu metotta materyalin doku ile teması tüpün açık ucundan sağlanmaktadır (Erdemir, 2002).

Endodontik kanal dolgu materyallerinin deney hayvanlarına polietilen, silikon veya teflon tüplerle uygulanmasının avantajları şu şekilde sıralanabilir (Olsson ve ark., 1981):

1. Materyallerin bu şekilde uygulanışı kök kanalındaki klinik uygulamalara benzemektedir.
2. Bu yöntemde yeni hazırlanmış olan implant materyalindeki bileşikler evre dokulara yavaşça yayılacaklardır.
3. Materyal ile doku arasındaki kontak sahası standardize edilmiş olacaktır.
4. Tüplerin kenarlarındaki reaksiyon cerrahi travmanın derecesi hakkında kontrol olarak gözlenebilecektir.

Deneysel tüm implantlar için tek tipte bir şekil, boyut ve hacim sağlamak oldukça önemlidir. Tüp çapının geniş olması, daha fazla materyal gerektirmesi, yerleştirme zamanını uzatması ve implantasyon esnasında materyalin tüpten çıkma riskini artırması açısından tercih edilmemektedir. Ayrıca implantın boy kontrolünün sağlanmasının çok önemli olduğunu çünkü implantın boyu ile birlikte

genel doku cevabının da artacağı bildirilmektedir. Endodontik materyallerin implantasyonu düşünüldüğü zaman teflonun çok uyumlu bir materyal olduğu bildirilmiştir (Olsson ve ark., 1981; Spangberg, 1990).

Molloy ve ark. (1992) polietilen tüpleri, Kaplan ve ark. (2003) silikon tüpleri, Holland ve ark. (2002) insan diş köklerinden hazırladıkları dentin tüplerini, Olsson ve ark. (1981), Economides ve ark. (1995) teflon tüpleri çalışmalarında kullanmışlar ve endodontik materyallerin test edilmesinde implantasyon için kullanılan bu tüplerin başarılı bir araç olduğunu bildirmişlerdir.

Economides ve ark. (1995), Kim ve ark. (2004) test ettikleri kanal dolgu patlarını teflon tüpler yardımıyla implante etmişler ve teflona karşı düşük düzeyde bir inflamasyonun geliştiğini bildirmişlerdir.

Kolokouris ve ark. (1996; 1998), kontrol gruplarında kullandıkları boş teflon tüplere karşı herhangi bir inflamasyonun gelişmediğini gözlemişlerdir.

2.2 Kök Kanalında Apikal Mikrosızıntı

Kullanılan kanal dolgu patlarının biyolojik özelliklerinin yanı sıra kök kanalını ideal bir şekilde tıkayabilme özelliklerinin de bulunması gerekmektedir.

Kök kanallarında meydana gelen mikrosızıntı, kök kanalı içindeki dolgu materyali ve diş dokusu arasından sıvılar, bakteriler ve birtakım kimyasal maddelerin geçişi olarak tarif edilmiştir (Timpawat ve ark., 2001; Miletic ve ark., 2002a). Günümüzde kullanılmakta olan tüm katı dolgu materyallerinin ve patlarının dentinden farklı yapıda fiziksel özelliklere sahip oldukları, bu farklı özelliklerden dolayı da pat ve dentin arasında aralanma olacağı öne sürülmektedir (Krell ve Wefel, 1984). Bunun yanı sıra kök kanallarının anatomisindeki düzensizlikler, kök kanallarını genişletme miktarı, irrigasyonda kullanılan solüsyonların çeşidi, kök kanalı doldurma teknikleri gibi değişkenler mikrosızıntıyı etkileyen faktörlerdir (Gülşahi, 2004).

Kök kanal sisteminde meydana gelen sızıntı; apikal foramen girişi, yan kanallar, sement ve koronal dolgu üzerindeki defektler olmak üzere;

- A- Kanal patıyla kanal duvarı arasında,
- B- Kanal patıyla guta perka arasında,
- C- Kanal patı içerisine doğru gerçekleşebilir (Limkangwalmongkol ve ark., 1991).

Kullanılan teknik ve materyallerin kök kanallarını tıkama yeteneğini incelemek amacıyla yapılan çalışmalarda, farklı dolgu maddelerinin ve doldurma tekniklerinin sızdırmazlık üzerindeki etkilerini değerlendirebilmek için birçok in vitro yöntem geliştirilmiştir. İn vitro çalışmalar in vivo durumu tam olarak göstermemekle birlikte, endodontideki teknik ve materyalleri karşılaştırmak için hala en uygun yöntemdirler (Beatty ve Zakariasen, 1984).

Mikrosızıntının tespitinde çok çeşitli inceleme yöntemleri uygulanmıştır. Bunlar arasında boya sızıntı yöntemi, elektrokimyasal sızıntı yöntemi, otoradyografi yöntemi, bakteriyel sızıntı yöntemi, insan serum sızıntı tekniği ve sıvı filtrasyon tekniği sayılabilir (Wu ve ark., 1995).

Kök kanal dolgu materyalleri ve tekniklerin doldurma yeteneğini karşılaştırmak amacıyla boya penetrasyonu sıklıkla kullanılmaktadır (Wu ve ark., 2003).

Boya sızıntı yöntemi en çok kullanılan, uygulanması oldukça basit ve ucuz olmasından dolayı tercih edilen bir yöntemdir. Kök kanallarının preparasyonu ve doldurulmasından sonra, dişler genellikle kök kanal dolgu maddelerinin tamamen sertleşmesi için bir süre bekletilir. Daha sonra kök ucunun yaklaşık 1 mm'lik kısmı hariç tüm diş yüzeyi tırnak cilası veya parafin ile kaplanır. Bu işlem

tamamlandıktan sonra dişler boya solüsyonunda 37°C'de değişik zaman aralıklarında bekletilir. Daha sonra boya solüsyonundan çıkarılarak yıkanır ve üzerindeki tırnak cilası veya parafin kaldırılarak boya penetrasyonunun değerlendirilmesi için hazırlanır (Vivacqua-Gomes ve ark., 2002).

Boya sızıntısının ölçümünde, linear (boyutsal) ve hacimsel (spektrofotometrik) olmak üzere 2 yöntem kullanılmaktadır. (Derkson ve ark., 1986; Peters ve Harrison, 1992).

Boya sızıntı çalışmalarında değişik tipte ve konsantrasyonlarda boya solüsyonları kullanılmaktadır. Bunların arasında Florescein, Procion Brilliant, Çini mürekkebi, Crystal violet, Rhodamine B, Bazik fuksin, Eosin, Prussian mavisi, anilin ve metilen mavisi yer almaktadır. Ancak içlerinde en çok metilen mavisi kullanılmaktadır (Porkaew ve ark., 1990).

Çalışmalarda tek başına boya penetrasyonuna bakıldığı gibi (Horning ve Kessler, 1995), vakum ve/veya santrifüj ile birlikte boya penetrasyonu ve şeffaflaştırma tekniklerinin ayrı ayrı veya bir arada kullanılması söz konusu olabilir (Spangberg ve ark., 1989; Brown ve ark., 1994; Masters ve ark., 1995). Bunların yanı sıra gümüş boyama tekniği de boya sızıntısı ölçümleri arasında yer almaktadır (Seven ve Kırzioğlu, 1989).

Boya penetrasyonu ile sızıntı tespiti yöntemi basit ve ucuz olmasına rağmen birtakım dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar arasında, sızıntı miktarını sadece tek yönlü olarak değerlendirmesi (Hansen ve Montgomery, 1993), incelenecek olan kök örnekleri zarar gördüğü için tekrarlanan ölçümlerin yapılamaması (Wu ve ark., 1995), birçok boyanın moleküler boyutları bakteri boyutlarından daha küçük olması, klinik şartlarla karşılaştırıldığında boya penetrasyon çalışmaları kök kanalları ile periradiküler dokular arasındaki dinamik ilişkiyi tam olarak yansıtmaması sayılabilir (Torabinejad ve ark., 1995).

Elektrokimyasal yöntemde, iki metal parçası bir elektrolit içerisine daldırılıp dışardan bir güç kaynağına bağlanarak, bir elektrik akımı oluşturma esasına dayanır. Kök kanal dolgusunun içine yerleştirilen çelik parça “anot”, dişin daldırıldığı potasyum klorür solüsyonu “elektrolit”, ve paslanmaz çelik tel “katot” görevi yapar. Potasyum ve klorür iyonlarının kök kanallarından geçmesiyle elektrik akımı meydana gelir. Akımın büyüklüğü penetrasyon derecesini gösterir (Mattison ve Fraunhofer, 1983).

Elektrokimyasal yöntem ile yapılan çalışmalarda zamanla bakır anot üzerinde korozyon artıklarının birikmesinin iyon akışını engelleyebilmesi ve bu nedenle sızıntı değerlerinin doğru olarak okunamaması bir dezavantajdır (Wu ve ark., 1995).

Sızıntı çalışmalarında çeşitli radyoizotop solüsyonlarının (^{32}S , ^{125}I gibi) kullanılmasıyla otoradyografi tekniği kullanılmaya başlanmıştır. İncelenecek olan dişlerin herhangi bir radyoizotop solüsyonu içerisine yerleştirilip belirli süre bekletilmesinin ardından oda şartlarında diş hekimliğinde kullanılan periapikal filmlerin emülsiyon yüzeylerine yerleştirilir. Beta ışınlarının oluşturduğu ekspozel fogları incelenerek sızıntı ölçümleri yapılmaktadır (Zaimoğlu ve ark., 1995; Haikel ve ark., 1999).

Çalışma şartlarının zorluğu, kullanılan maddelerin insan hayatı ve çevre için son derece riskli olması, radyoizotop çaplarının bakteri çapından çok daha küçük olması, ayrıca uygulanan diğer sızıntı tekniklerine göre çok belirgin bir üstünlüğünün bulunmaması Otoradyografi tekniğinin dezavantajları arasında yer alır (Torabinejad ve ark., 1995; Zaimoğlu ve ark., 1995).

Bakteriyel sızıntı yönteminde, gram pozitif veya gram negatif belirli bir bakteri kültürü içine dişler gömülür. Belirli bir inkübasyon süresi sonrasında besi yerinde bulunan özel işaretleyici solüsyonun renk değiştirip değiştirmemesine göre kök kanallarında bakteri varlığı veya yokluğu değerlendirilir (Goldman ve ark., 1989).

Bakteriyel mikrosızıntı deneylerinde öncelikle steril ve dikkatli çalışma büyük önem taşımaktadır. Aksi halde, örneklerin hazırlanması veya kesit alınması sırasında dış ortamdan, steril olmayan aletlerden veya hekimin elinden bulaşacak bir mikroorganizma hatalı sonuç alınmasına yol açabilmektedir (Karagöz Küçükay, 1991).

İnsan serumu yönteminde, kök kanallarına radyoaktif C insan serum albümini enjekte edildikten sonra, dişlerin köklerinin apikal kısımları fizyolojik insan serum albümininin içine daldırılır. Daha sonra insan serum albümininin 5 ml kadar bir kısmı geri çekilerek spektrometre cihazı yardımıyla içindeki radyoaktif C insan serum albümini miktarı ölçülür (Director ve ark., 1982).

2.2.1 Sıvı Filtrasyon Tekniği

Mikrosızıntı inceleme tekniklerinin yukarıda bahsedilen dezavantajları göz önünde bulundurulduğunda daha kantitatif ve objektif sızıntı inceleme yöntemleri araştırılmıştır. Derkson ve ark. (1986) tarafından geliştirilip Wu ve ark. (1993) tarafından modifiye edilen sıvı filtrasyon tekniği, kanal dolgu materyallerinin sızıntısını kantitatif olarak ölçen tekniklerden birisi olarak kabul edilmektedir. Sıvı filtrasyon tekniğinde sürekli sabit basınç altında kök kanal dolgusu boyunca sıvı akımının hareketi değerlendirilir. Apikal sızıntı çalışmaları için modifiye edilmiş olan bu model sayesinde kök örneklerinin zarar görmemesi, tekrarlanabilir ölçümler yapılabilmesi, kantitatif sonuçların elde edilmesi, pozitif basınç kullanıldığı için hapsolmuş hava veya sıvının neden olabileceği problemlerin elimine edilebilmesi gibi birtakım avantajlara sahip olunur (King ve ark., 1990; Hansen ve Montgomery, 1993; Fogel, 1995; Wu ve ark., 1995; Timpawat ve ark., 2001; Çobankara ve ark., 2002).

Wu ve ark. (2003), boya sızıntı metodu ile sıvı filtrasyon tekniğini karşılaştırdıkları çalışmalarında, kanal dolgusunun koronal ve apikal bölümleri arasında bulunan geçişlerin sıvı filtrasyon tekniği ile ortaya konulabileceğini

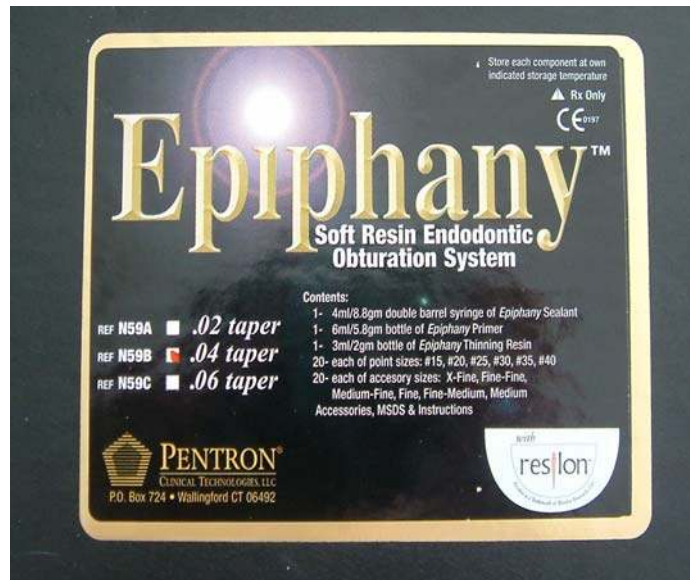
belirtmişlerdir. Ayrıca boya sızıntı metodu ile kanal dolgusu içerisinde bulunan boşlukların sadece uzunluğu tespit edilirken, sıvı filtrasyon tekniği ile boşlukların uzunlukları yanında çaplarının da tespit edildiğini belirtmişlerdir.

Oruçoğlu ve ark. (2005)'nın geliştirmiş oldukları bilgisayarlı sıvı filtrasyon tekniği ile geleneksel sıvı filtrasyon yöntemine nazaran birtakım avantajların ortaya konulduğunu belirtmişlerdir. Bilgisayar kontrolü altında dijital hava basıncı düzenlemesi yapılan bu sistemde, hava kabarcığı hareket miktarının lazer ışık algılayıcılarıyla tespit edilmesi sağlanmıştır. Böylece hareket miktarının görsel takibinden kaynaklanabilecek bireysel farklılıkların önüne geçilebildiği belirtilmiştir.

Araştırmamızda endodontide yeni yer bulan ve umut vaat eden Epiphany kanal dolgu patı ve Resilon kanal dolgu materyalinin rat subkütanöz dokularında biyouyumluluklarının incelenmesi ve bu materyaller ile doldurulan dişlerin bilgisayarlı sıvı filtrasyon tekniği ile apikal mikrosızıntılarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

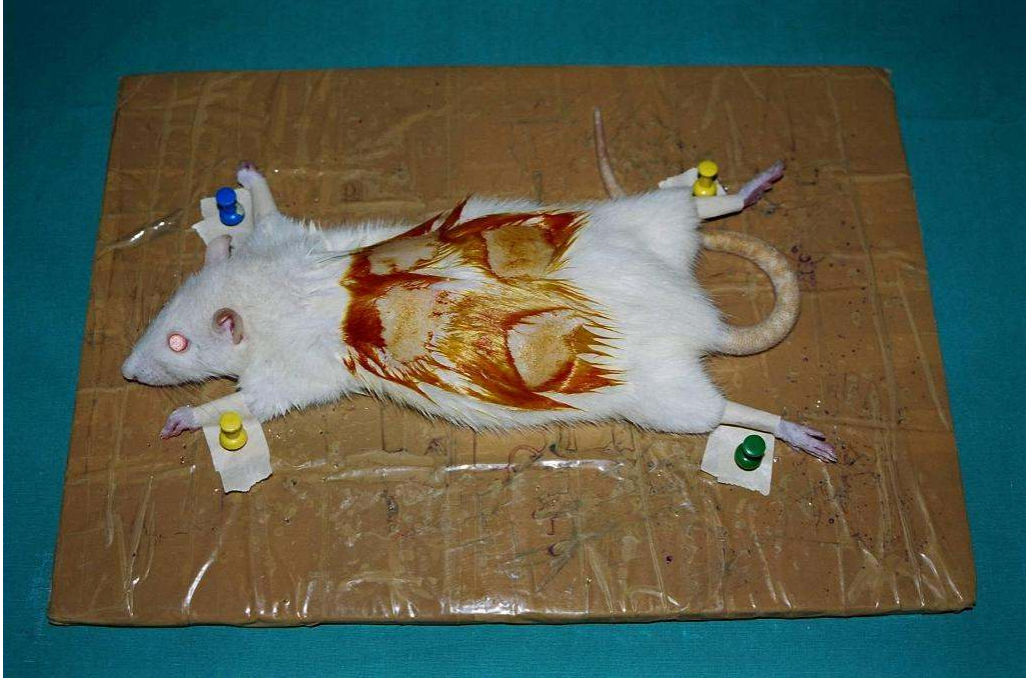
3. GEREÇ ve YÖNTEM

Araştırmamızda, Epiphany yumuşak rezin esaslı kanal dolgu sisteminin (Pentron Clinical Technologies, LLC, Wallingford, CT, USA) (Şekil 3.1) biyolojik uyumluluğu ratların subkütanöz dokularında histopatolojik olarak incelenirken, apikal sızdırmazlık özelliği in vitro olarak bilgisayar kontrollü sıvı filtrasyon tekniği ile değerlendirildi.



Türkiye) verilerek anesteziye edildiler. Anesteziye edilen ratların sırtları 2 adet omuz ve 2 adet kalçada olmak üzere birbirinden uzak ve sınırları belli 4 bölge halinde tıraş bıçağı ile tıraşlandı. Bu bölgeler Betadine (Kansuk Laboratuvarı Sanayi Ve Tic. A.Ş., Türkiye) cilt dezenfektanı ile dezenfekte edildi (Şekil 3.2).

Aseptik şartlar altında bistüri yardımıyla bu dört bölgeye insizyonlar yapıldı (Şekil 3.3). İnsizyon bölgesinden periost elevatörü ile girilerek 2 cm derinliğinde künt diseksiyonla deri altında subkütan bir cep oluşturuldu (Şekil 3.4). Bu sırada bölgede kanama oluşturulmamasına özen gösterildi.



Şekil 3.2 Ratların sırtının tıraşlanması ve dezenfekte edilmesi.



Şekil 3.3 Ratların sırt bölgesine insizyonun yapılması.



Şekil 3.4 Periost elevatörü ile subkütan ceplerin oluşturulması.

3.1.1 İmplant Materyallerinin Hazırlanması

Kök kanalına benzeyen ve materyal ile doku arasındaki kontakt sahasını standardize eden 1,3 mm iç çaplı ve 45 mm uzunluğundaki teflon intravenöz kateterler (Mediflon, Eastern Medikit LTD., India) bistüri ile 10 mm uzunluğunda kesildi. Epiphany kanal dolgu patı (Pentron Clinical Technologies, LLC, Wallingford, CT, USA) içinde bulunduğu enjektörü vasıtasıyla karışmış bir şekilde insülin şırıngasına (Ayset A. Ş., Adana, Türkiye) aktarıldı (Şekil 3.5). Daha sonra şırınga yardımıyla teflon tüplerin içerisine yerleştirildi (Şekil 3.6). Materyalin teflon tüplerden taşmamasına dikkat edildi. .04 Taper Resilon kanal dolgu materyali (Pentron Clinical Technologies, LLC, Wallingford, CT, USA) ve .04 Taper guta perka konları (Diadent, Chongju, Korea) bistüri ile 10 mm uzunluğunda kesildi (Şekil 3.7) ve tüm konlar işlemiden bir gün önce 3 saat ve işlem günü 20 dak ultraviyole ışınla steril edildi.



Şekil 3.5 Epiphany kanal dolgu patının insülin şırıngasına aktarılması.



Şekil 3.6 Epiphany kanal dolgu patının insülin şiringasından teflon katetere aktarılması.

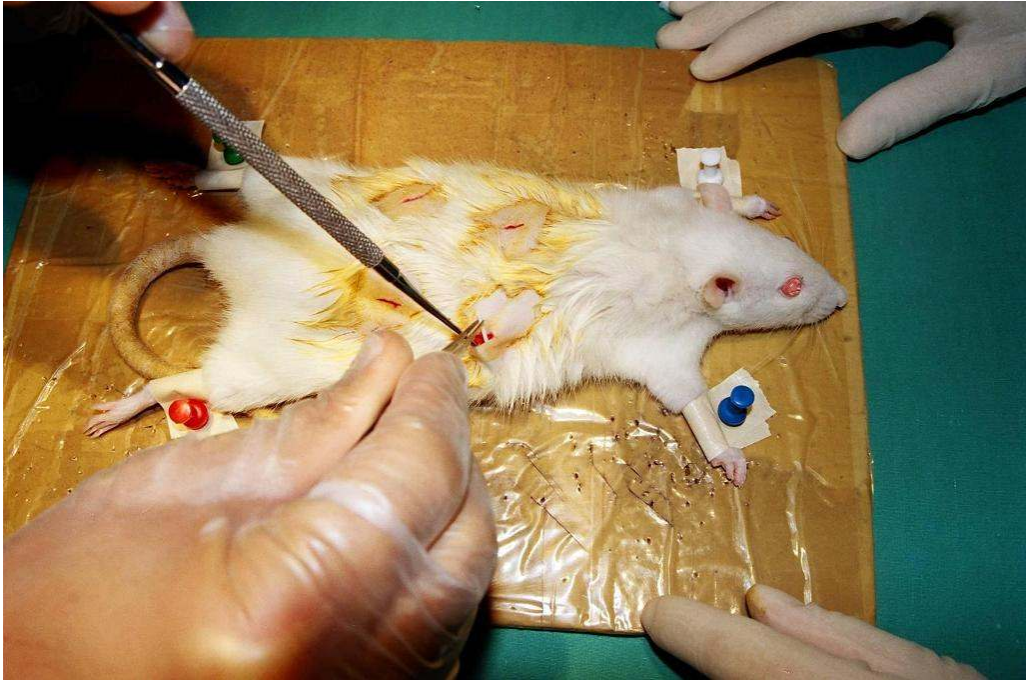


Şekil 3.7 İmplant edilen tüm materyaller 10 mm boyunda kesilerek standardize edildi. Şekilde .04 Taper Resilon materyalinin hazırlanması görülmektedir.

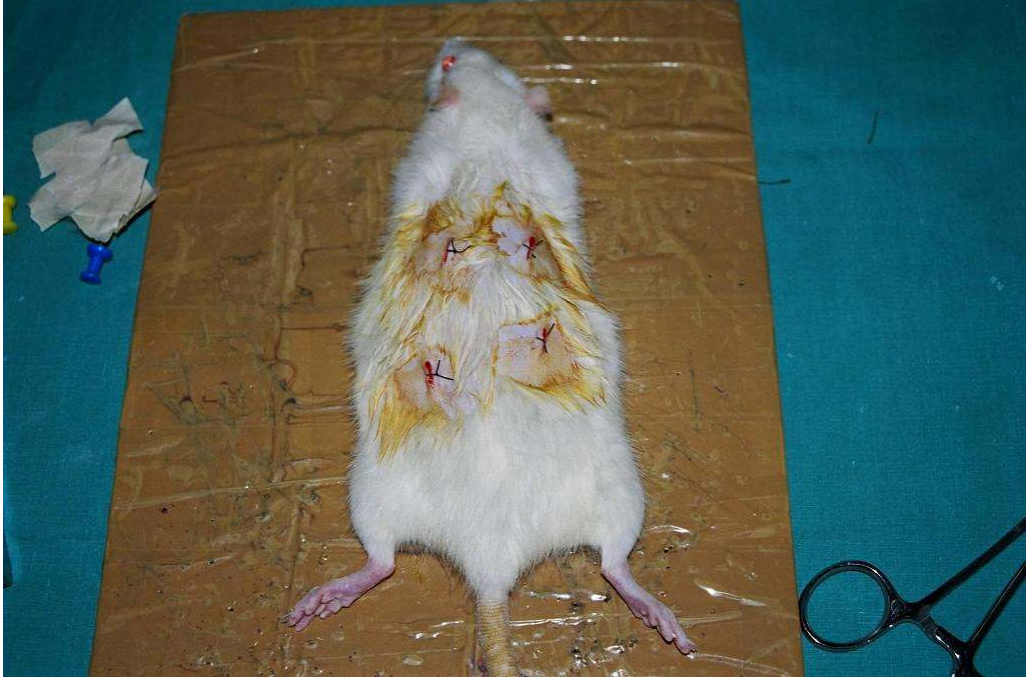
Her hayvanın sol omzuna boş teflon t p, sağ omzuna teflon t p içerisine yerleştirilmiş Epiphany kanal dolgu patı, sol kalçasına guta perka ve sağ kalçasına Resilon kanal dolgu materyali yerleştirildi (şekil 3.8).

İmplantların subkütan ceplere yerleştirilmesinden sonra, kesi yerleri 0.4 atravmatik ipek iplik (Doğsan, Türkiye) ile sütüre edildi (şekil 3.9). Sütürlerin  zerine suya dayanıklı, film oluşturan, antibakteriyel aerosol olan Piyedif Sprey (Doğu İlaç Veteriner  r nleri A. ř., İstanbul, Türkiye) sıkıldı (şekil 3.10).

Operasyondan 1 hafta sonra 12 adet, 4 hafta sonra 12 adet ve 8 hafta sonra 12 adet rat 50 mg/kg Ketalar (Ketamin baz [Ketamin hidroklorür]) ve 7 mg/kg Rompun (Xylasin % 2) ile anesteziye edildikten sonra 150 mg/kg tiyopentalsodyum (İstanbul İlaç San. Türk A.ř., İstanbul, Türkiye) intraperitoneal olarak verilerek sakrifiye edildi.



şekil 3.8 Ratın sağ omuz bölgesine yerleştirilen, teflon t p içerisinde bulunan Epiphany kanal dolgu patı görülmektedir.



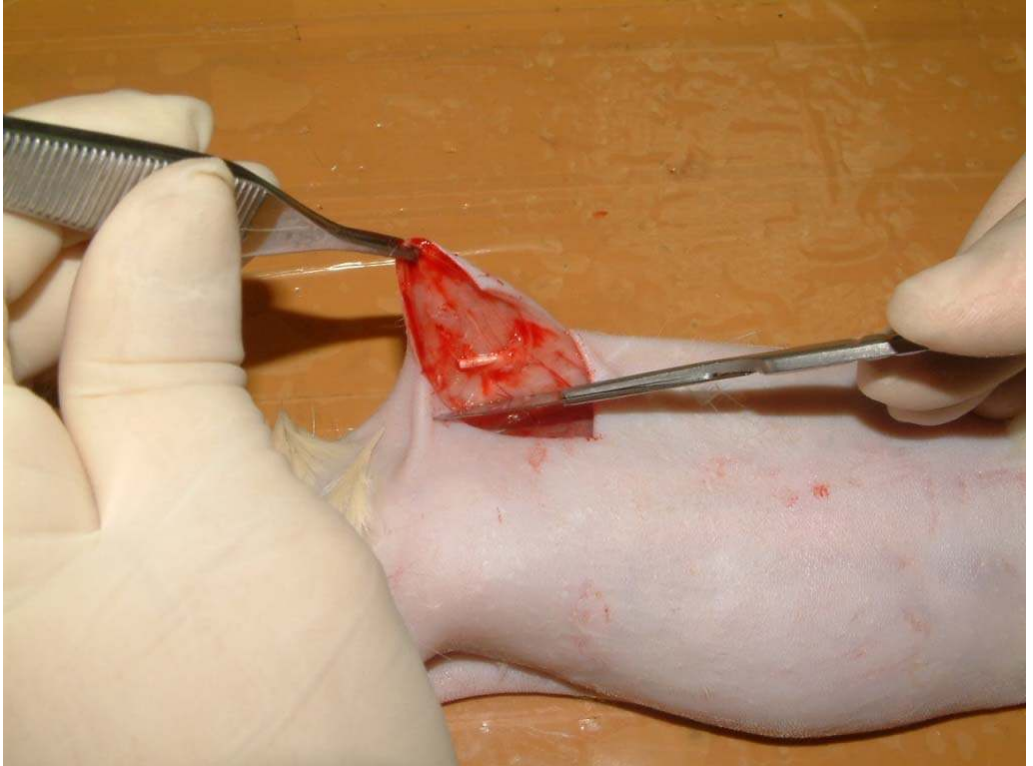
Şekil 3.9 Subkütan ceplerin suture edilmesi.



Şekil 3.10 Sütürlerin üzerine antibakteriyel spreyn sıkılması.

İmplant materyalleri çevre dokularla birlikte çıkartıldı (Şekil 3.11) ve %10 tamponlanmış formaldehite konuldu (Şekil 3.12). Tespit olan dokulardan kesit alındıktan sonra rutin takip işlemi yapıldı ve parafin bloklara gömüldü. Parafin bloklardan hazırlanan 4 μ incelikteki kesitler Hematoksilen Eozin ve Mason Trichrome boyası ile boyandı.

Boyanan kesitler stromal iltihabi hücre infiltrasyonu, mast hücre infiltrasyonu, vasküler ve fibroblast proliferasyonu derecesi açısından değerlendirilmiştir. Yukarıda sıralanan her histolojik parametre grubu 0–3+ arası skala ile ayrı ayrı gradelenmiştir. Bunlara ek olarak biyopsi örneklerinin multinükleer dev hücre içerip içermediği ve bu alanlarda granülasyon dokusu gelişip gelişmediği araştırıldı.



Şekil 3.11 İmplant materyallerinin çevre dokular ile birlikte çıkartılması.



Şekil 3.12 Doku örnekleri % 10 tamponlanmış formaldehite konuldu.

3.1.2 Stromada İzlenen İltihabi Hücre İnfiltrasyonu Gradelemesi

(0): İltihabi hücre infiltrasyonu mevcut değil.

(1+): Biyopsinin %20'sinden azını infiltre eden iltihabi hücre infiltrasyonu mevcut

(2+): Biyopsinin %20-40'ını infiltre eden iltihabi hücre infiltrasyonu mevcut

(3+): Biyopsinin %40'ından fazlasını infiltre eden iltihabi hücre infiltrasyonu mevcut

3.1.3 Mast Hücre İnfiltrasyonu Gradelemesi

(0): Mast hücre infiltrasyonu mevcut değil.

(1+): Biyopsinin %10'sinden azını infiltre eden mast hücre infiltrasyonu mevcut

(2+): Biyopsinin %10-30'ını infiltre eden mast hücre infiltrasyonu mevcut
(3+): Biyopsinin %30'ından fazlasını infiltre eden mast hücre infiltrasyonu mevcut

3.1.4 Fibroblast Proliferasyonunun Gradelemesi

F0: Fibroblast proliferasyonu yok, stromada normal kollajen morfolojisi mevcut

F1: Hafif derecede fibroblast proliferasyonu, kollajen demetlerde hafif derecede irregülerite

F2: Orta derecede fibroblast proliferasyonu, kollajen demetlerde orta derecede irregülerite

F3: Belirgin derecede fibroblast proliferasyonu, kollajende homojenisasyon

3.1.5 Vasküler Proliferasyonun Gradelemesi

Damarların sayısı mikroskopik grid kullanılarak sayılmıştır. Her biyopsi örneğinde 3 alan sayılmıştır ve sonuçlar bir mikroskopik grid alanına düşen ortalama damar sayısı olarak verilmiştir. Bu sonuçlara göre damar proliferasyon derecesi gradelenmiştir.

V0: Belirgin damar proliferasyonu yok

V1: Bir alanda ortalama damar sayısı 25'den az

V2: Bir alanda ortalama damar sayısı 25 ile 50 arasında

V3: Bir alanda ortalama damar sayısı 50'den fazla

Bir, dört ve sekiz haftalık grupların, grup içi karşılaştırmasında Friedman testi kullanılarak stromal iltihabi hücre infiltrasyonu, mast hücre infiltrasyonu, vasküler ve fibroblast proliferasyonu derecesi açısından implant materyallerinin

ortanca değerleri karşılaştırıldı. Multinükleer dev hücre ve granülasyon dokusu varlığı açısından karşılaştırma ise Cochran testi kullanılarak gerçekleştirildi.

Bir, dört ve sekiz haftalık grupların, gruplar arası karşılaştırmasında ise Kruskal-Wallis testi kullanıldı.

3.2. Apikal Sızdırmazlık alışması

Çalışmada kullanılmak üzere 70 adet apeksi tam olarak kapanmış tek köklü tek kanallı insan premolar dişleri temin edildi. İşlemlere başlamadan önce bir dijital radyografi (Dixi 2, Planmeca OY, Helsinki, Finland) aracılığıyla her bir dişin meziodistal ve bukkolingual açılardan radyografileri alınarak dişler hem radyografik olarak hem de gözle değerlendirildi. Böylece;

1. Kök kırığı mevcut dişler,
2. Kök gelişimi tamamlanmamış olan dişler,
3. Birden fazla kök kanalına sahip olan dişler,
4. Kalsifiye kanalları mevcut olan dişler araştırmaya dahil edilmedi.

Kök yüzeyindeki organik birikintileri uzaklaştırmak amacıyla dişler 2 saat boyunca % 5,25'lik NaOCl (Demsan, Ankara, Türkiye) içerisinde bekletildi. Bu süre sonunda dişler distile su ile yıkandı ve kök yüzeyinde halen kalmış birikintiler periodontal küret yardımıyla uzaklaştırıldı. Dişler, laboratuvar çalışması yapılıncaya kadar oda sıcaklığında % 100 nemli bir ortamda bekletildi. Daha sonra dişlerin kronları, mine-sement sınırından su soğutması altında ince bir elmas separe ile uzaklaştırıldı.

Dişlerin kök pulpaları tirnerf yardımı ile çıkarıldıktan sonra, çalışma boyutu #15 numaralı eğenin apikal foramenden çıktığı ilk noktadan 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi. Tüm dişlerde #15 numaralı K tipi eğe ile foramen

apikaleden çıkılarak apikal bölgenin açıklığı sağlandı. Daha sonra #1, #2, #3 ve #4 numaralı Gates Glidden drilleri (Produits Dentaires S.A., Vevey, Switzerland) ile dişlerin orta ve koronal bölümü prepare edildi. Dişler belirlenen çalışma boyunda ProTaper™ dönen kanal aletleri (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ile üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda şu sıra ile şekillendirildi:

- S1 shaping file
- S2 shaping file
- F1 finishing file ISO 020-% 7
- F2 finishing file ISO 025-% 8
- F3 finishing file ISO 030-% 9

Preparasyon boyunca kök kanalları her bir eğe arasında 1 ml % 1,25'lik NaOCl solüsyonu kullanılarak irrigate edildi. Kanal preparasyonunun bitiminde 5 ml % 5'lik NaOCl, 5 ml % 17'lik EDTA solüsyonları ve en son 3ml distile su kullanılarak irrigasyon tamamlandı. Kök kanalları doldurulmadan önce kâğıt konlarla kurulandı.

Bu çalışmada kullanılan toplam 70 diş her bir grupta 15 diş olacak şekilde rastgele dört çalışma gurubuna ayrılmıştır. Geriye kalan 10 diş her bir grupta 5'er diş olacak şekilde negatif ve pozitif kontrol gruplarını oluşturmuşlardır. Kök kanalları lateral kondensasyon yöntemi ile üretici firmaların belirttiği şekilde aşağıdaki gibi dolduruldu:

Grup 1: Kök kanalları AH Plus kanal dolgu patı (Dentsply De Trey GmbH, Konstanz, Germany) ve .04 Taper gutta perka konları (Diadent, Chongju, Korea) ile dolduruldu.

Grup 2: Kök kanalları AH Plus kanal dolgu patı ve .04 Taper Resilon kanal dolgu materyali (Pentron, Wallingford, CT, USA) ile dolduruldu.

Grup 3: Enstrümantasyon sonrası self-etch özelliğinde olan Epiphany-primer (Pentron, Wallingford, CT, USA) enjektör (Multiflex Syringe, Diadent, Korea) yardımıyla 30 saniye kanala uygulandı. Materyalin fazlalığı kağıt konlar ile alındı. Daha sonra kanallar Epiphany kanal dolgu patı (Pentron, Wallingford, CT, USA) ve .04 Taper Resilon kanal dolgu materyali ile dolduruldu.

Grup 4: Epiphany-primer Grup 3'te anlatıldığı şekilde uygulandı. Daha sonra kanallar Epiphany kanal dolgu patı ve .04 Taper guta perka konları ile dolduruldu.

Pozitif kontrol: Kanallar sadece .04 Taper guta perka konları ile dolduruldu.

Negatif kontrol: Dişlerin kanalları doldurulmayarak boş bırakıldı ve 3 kat tırnak cilasıyla kaplandı.

Grup 3 ve Grup 4'te yer alan dişler koronal kapatıcılığın sağlanması için üretici firmanın talimatına göre 40 saniye boyunca halojen ışık cihazı (High-lux, Benlioğlu, Ankara, Türkiye) ile korondan ışınlanmışlardır. Tüm dişler 1 hafta süreyle nemli gazlı bez içerisinde kapalı kaplarda muhafaza edilmişlerdir.

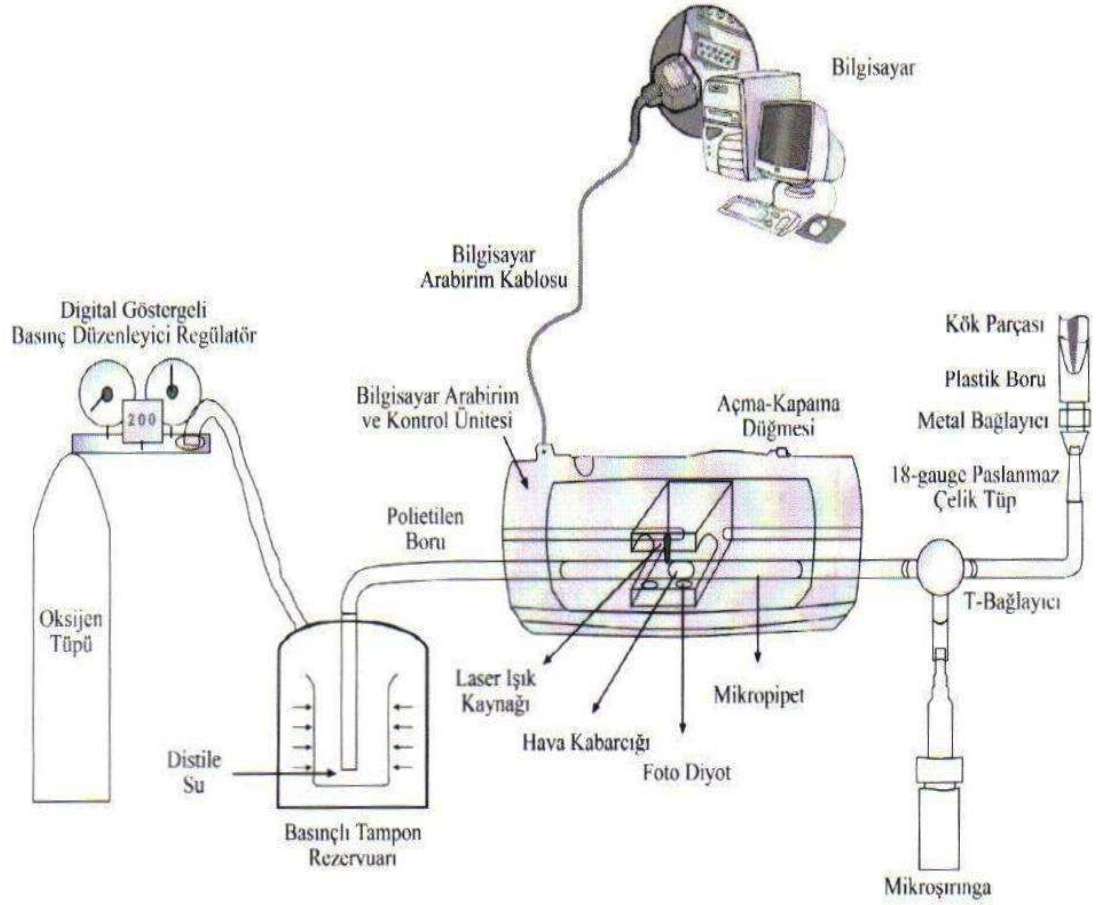
3.2.1 Apikal Mikrosızıntının Bilgisayar Destekli Sıvı Filtrasyon Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Araştırmamızda incelenen apikal mikrosızıntı, Oruçoğlu ve ark. (2005)'nin geliştirdikleri bilgisayarlı sıvı filtrasyon düzeneği (Şekil 3.13) ile gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırmada kanal dolgu materyali ile diş yüzeyi arasından geçen sıvı miktarı apikal mikrosızıntı olarak kabul edildi. Sıvı filtrasyon tekniğinde, sürekli sabit bir su basıncı altında, suyun apikal bölgeden geçerek sızıntı oluşturması sağlandı. Sızıntı miktarı cam bir pipet içerisindeki hava kabarcığının hareketi ile takip edildi. Hava kabarcığının hareket miktarı ile sıvı filtrasyon hacmi ölçüldü.

Dişlerin sıvı filtrasyon düzeneğine bağlanmasından önce, her bir dişten kök kanal boyları eşit uzunlukta olacak şekilde, su soğutması altında ince elmas separeler ile $10 \pm 0,05$ mm'lik apikal kök parçaları elde edildi. Daha sonra her bir apikal kök parçası öncelikle plastik bir boru ve bir metal bağlayıcı aracılığı 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, koronal kısım 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 of America Inc.,USA) sürüldü.

Sıvı filtrasyon düzeneğinde bir metal bağlayıcıya takılan 18 gauge'lik paslanmaz çelik tüp, bir polietilen boru yardımı ile 25 µl'lik cam mikropipete bağlıdır. Cam mikropipet ile paslanmaz çelik tüp arasında bir mikroşırınga bulunmaktadır. Düzenekte oksijen tüpüne, basıncın sürekli olarak istenilen düzeyde sabit kalması için dijital göstergeli basınç düzenleyici bir regülatör bağlıdır. Mikroşırınga ile yaklaşık 1 mm kadar su geri çekilerek tüm cam mikropipet, mikroşırınga, polietilen boru ve örneklerin apikalinde kalan plastik boru distile su ile dolduruldu. Su dolu polietilen boru içerisinde bırakılan bir hava kabarcığı mikroşırınga yardımı ile hareket ettirilerek, cam mikropipetin içinde konumlandırıldı.



Şekil 3.13 Bilgisayar destekli sıvı filtrasyon yöntemi ile apikal mikrosızıntı ölçüm düzeneği (Oruçoğlu ve ark., 2005).

Cam mikropipet içerisindeki hava kabarcığının sıvı filtrasyonu sonucu birim zamandaki hareketi, hava kabarcığının bu hareketini takip edebilen bilgisayarın kontrol ettiği lazerli ölçüm sistemi ile değerlendirildi.

Bilgisayar kontrollü sıvı filtrasyon ölçüm sistemi 3 ana bölümden oluşmaktadır:

- A. Algılayıcı ünite
- B. Bilgisayar arabirim ve kontrol ünitesi
- C. Sıvı filtrasyon ölçüm sistemi programı

Algılayıcı ünite, cam mikropipet içerisindeki hava kabarcığının birim zamandaki hareket miktarını ölçerek apikal sızıntıyı belirleyen ölçüm sisteminin bir parçasıdır. Algılayıcı üniteye bir lazer ışık demeti ve iki adet lazer ışık algılayıcısı (foto diyot) mevcuttur.

Lazer ışık kaynağı ve foto diyotlar en uygun algılama durumuna göre ayarlanmış şekilde kayar bir platformda bulunmaktadır. Platform mikropipet ile paralel ve mikropipetin uzunluğu boyunca ileri ve geri hareket edebilmektedir.

Bilgisayar arabirim devresi bilgisayar ile ölçüm düzeneği arasında veri alışverişi yaparken, kontrol ünitesi ise bilgisayardan aldığı verileri harekete çeviren, ölçüm düzeneğinden alınan elektriksel bilgileri bilgisayarın algılayabileceği dijital bilgiler haline getiren bir devredir.

Sıvı filtrasyon ölçüm sistemi programı ile kullanıcı tarafından belirlenen zaman aralığında hava kabarcığının hareketi gözlenerek program içerisinde bulunan tabloya gerekli olan bilgiler (kaydetme tarihi, saati, hareket miktarı, μ l değeri) yazdırılabilmektedir.

3.2.2 Sıvı Filtrasyon Yönteminde Çıkan Sonuçların Değerlendirilmesi

Araştırmamızda 30 saniyede bir hava kabarcığının hareketi sıvı filtrasyon ölçüm sistemi programı ile ölçüldü. Her örnek için 5 dakika boyunca 10 kez ölçüm yapıldı ve elde edilen verilerin ortalaması alınarak dakikadaki hareket miktarı bulundu. mm/dak cinsinden elde edilen bu değeri μ l'ye çevirmek için cam mikropipetin çapı olan 0.38 sabit değeri ile çarpıldı. Daha sonra çıkan

değer su basınç değerine (1223 cmH₂O = 1,2 atm) ve dentin yüzey alanına (1 cm²) bölünerek sıvı filtrasyon miktarı bulundu (Şekil 3.14).

$$\text{Sıvı filtrasyon miktarı} = \frac{\text{sıvı akış miktarı} \times \text{mikrolitre çarpanı}}{\text{su basıncı} \times \text{dentin yüzey alanı} \times \text{zaman}} = \mu\text{l/cmH}_2\text{O/min}^{-1}$$

Şekil 3.14 Sıvı filtrasyon miktarının hesaplanması.

Sıvı filtrasyon metodunda kullanılan bilgisayarla ölçme sisteminin güvenilirliğini test etmek için Cronbach Alpha (Cronbach, 1990) tekniği kullanıldı.

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

4. BULGULAR

4.1 Biyolojik Uyumluluk Çalışması

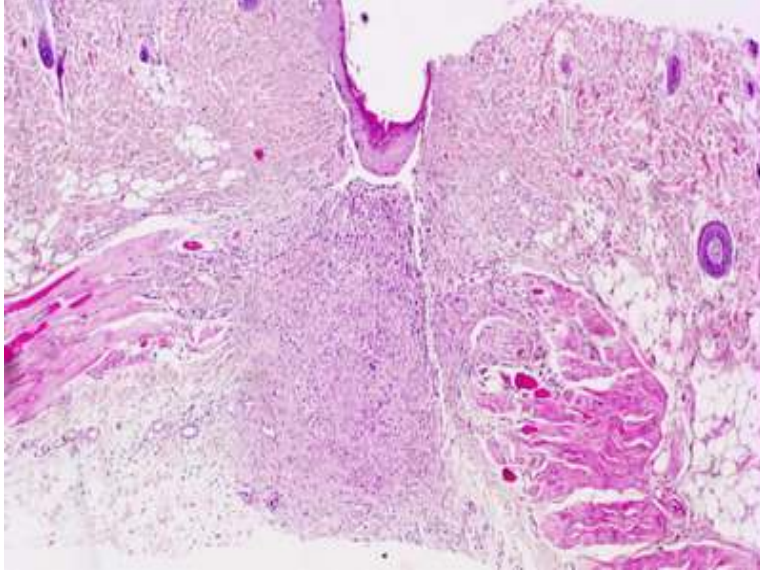
Makroskobik incelemelerde bütün ratlarda yara iyileşmesinin oldukça iyi bir seviyede olduğu ve herhangi bir komplikasyonun bulunmadığı görüldü.

4.1.1 Bir Haftalık Döneme Ait Bulgular

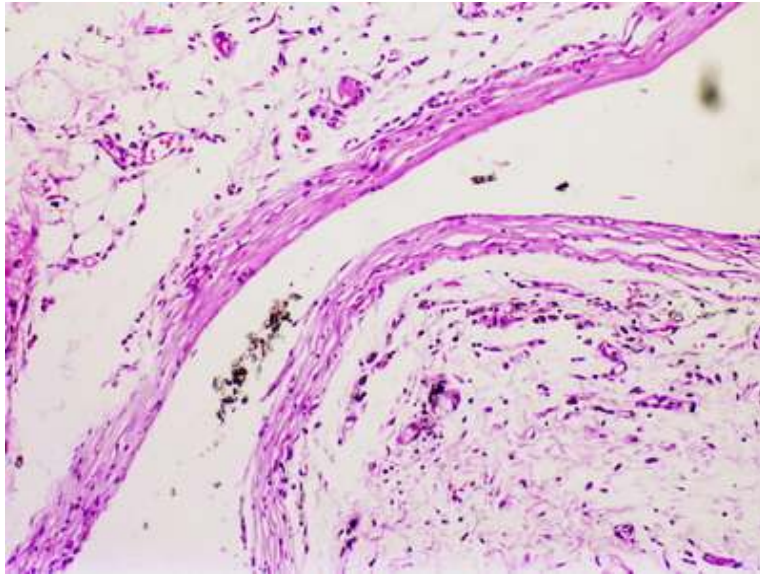
Bu gruptaki implantlarda görülen inflamatuvar reaksiyonlar genellikle Grade 2 ve Grade 3 şiddetinde yoğunlaşmaktaydı. Epiphany ve guta perka materyallerine ait birer implanta karşı reaksiyonun gelişmediği (Grade 0) gözlemlendi. Bununla beraber teflon a ait dört adet implantta, Epiphany materyaline ait iki adet implantta ve Resilon materyaline ait üç adet implantta ise Grade 1 şiddetinde reaksiyon gözlemlendi (Tablo 4.1).

Dermis ve subkütan dokuda, teflon tüp boyunca granülasyon dokusunun geliştiği gözlemlendi (Şekil 4.1). Örneklerin bazılarında teflon tüp etrafında bulunan stromada belirgin bir ödemin, orta derecede vasküler proliferasyonun ve az sayıda iltihabi hücre infiltrasyonunun meydana geldiği belirlendi (Şekil 4.2). Daha şiddetli reaksiyonların görüldüğü örneklerde ise kollajen demetlerini parçalayan ve granülasyon dokusu gelişimine neden olan iltihabi hücre infiltrasyonu, vasküler proliferasyon, belirgin fibroblast proliferasyonu ve hiyalinizasyon izlendi (Şekil 4.3, Şekil 4.4).

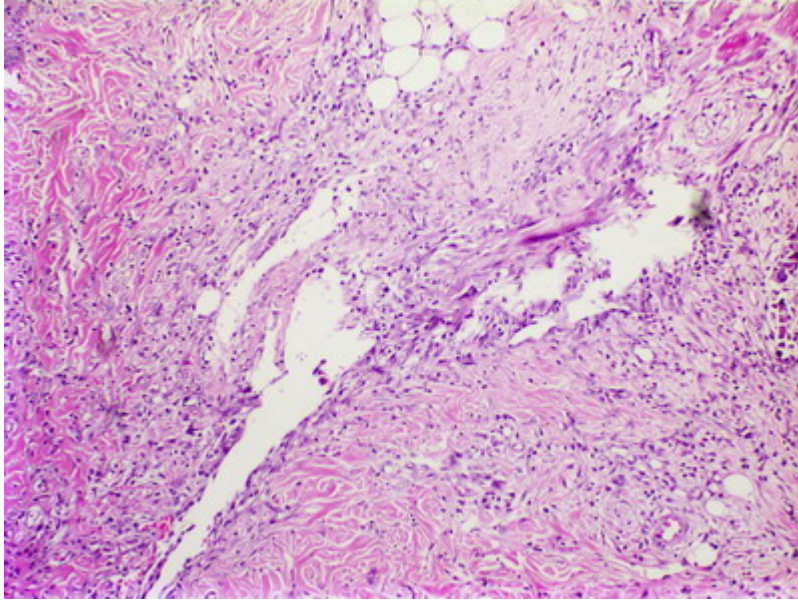
Grup içi karşılaştırmada Friedman testi kullanılarak implant materyalleri bağımlı gruplar olarak kabul edildi. Bir haftalık dönemde (Şekil 4.5) tüm implant materyalleri arasında istatistiksel olarak belirgin bir farkın olmadığı bulundu ($p>0,05$). Multinükleer dev hücre ve granülasyon dokusu varlığı açısından Cochran testi kullanılarak yapılan analizde, değerlerin istatistiksel olarak farklı olmadığı belirlendi ($p>0,05$).



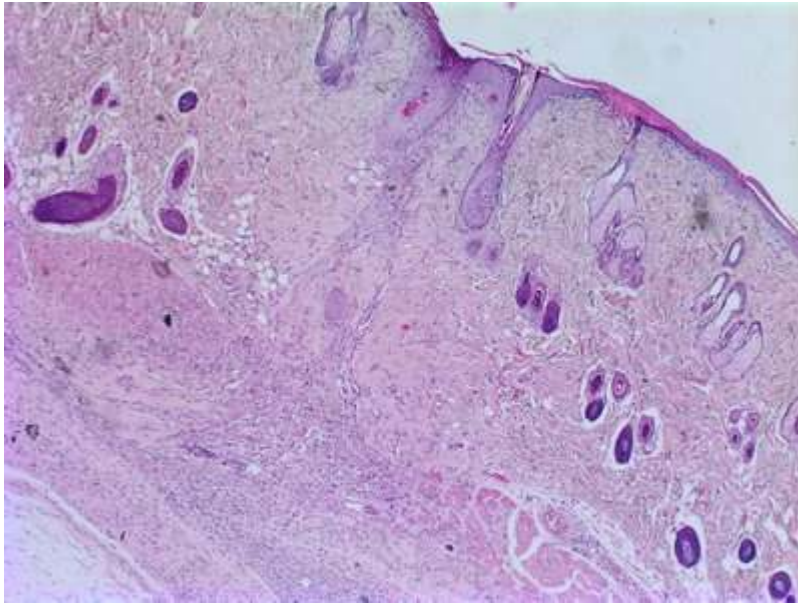
Şekil 4.1 Bir haftalık dönemde dermis ve subkütan doku boyunca tam kat olarak oluşturulan boş teflon tüp boyunca granülasyon dokusu gelişmiştir (HE, x 100).



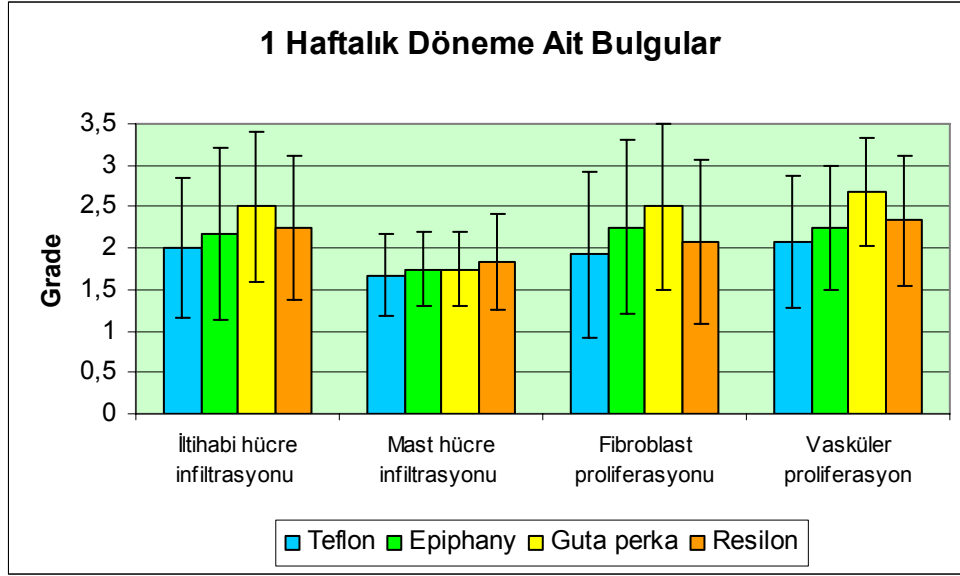
Şekil 4.2 Bir haftalık dönemde Epiphany'nin bulunduğu teflon tüp etrafındaki stromada belirgin ödem, orta derecede vasküler proliferasyon ve az sayıda iltihabi hücre infiltrasyonu saptandı (HE, x 200).



Şekil 4.3 Bir haftalık guta perka örneklerinde, kollajen demetlerini parçalayan ve granülasyon dokusu gelişimine neden olan iltihabi hücre infiltrasyonu, vasküler proliferasyon ve belirgin fibroblast proliferasyonu izlenmektedir (HE, x 200).



Şekil 4.4 Bir haftalık Resilon grubunda, epidermis ve dermis katları boyunca yerleştirilmiş Resilon etrafında hiyalinizasyon ve fibroblast proliferasyonu gözlenmektedir (HE, x 100).

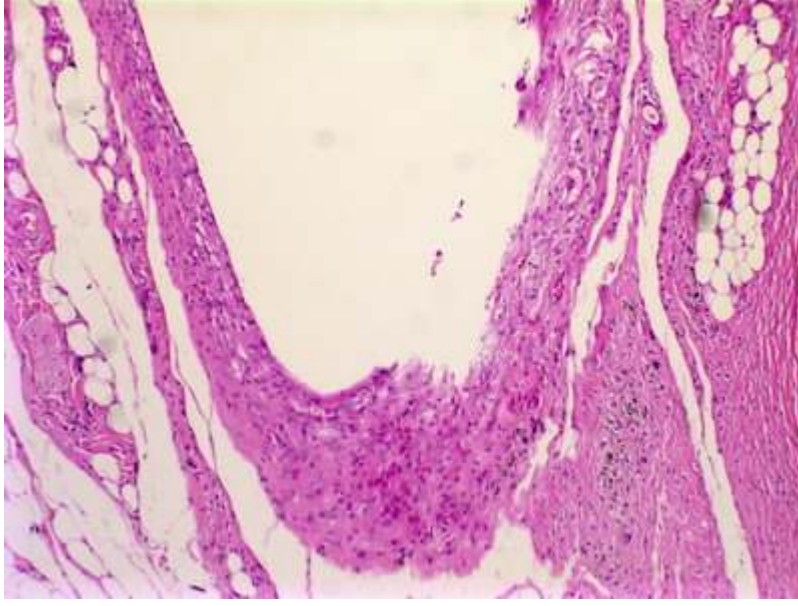


Şekil 4.5 Bir haftalık döneme ait doku reaksiyonları (Ort ± SS) ($p>0,05$).

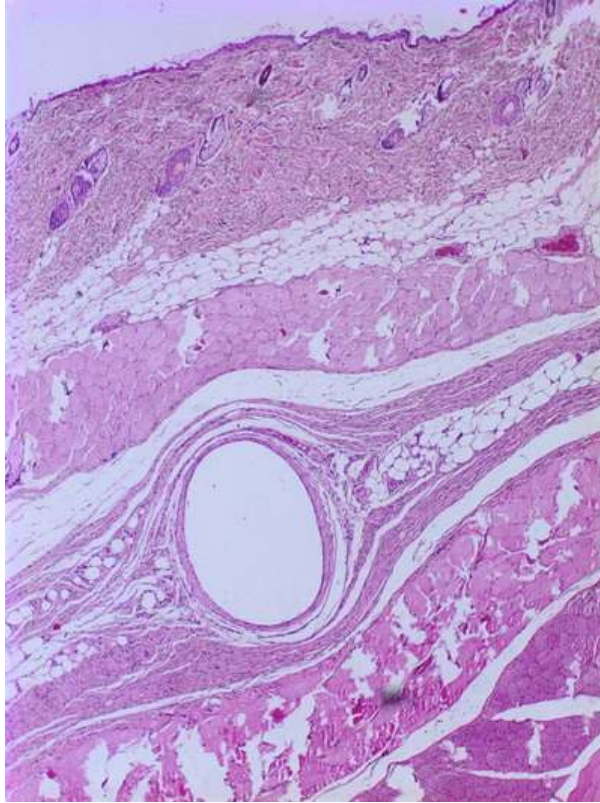
4.1.2 Dört Haftalık Döneme Ait Bulgular

Dört haftalık süre sonunda implant materyallerine karşı gelişen inflamatuvar reaksiyonların bir haftalık periyoda nazaran belirgin bir düzeyde hafiflemiş olduğu gözlemlendi. Genel olarak Grade 1 şiddetindeki reaksiyonların, daha az oranda ise Grade 2 şiddetindeki reaksiyonların hakim olduğu belirlendi. Teflon ve Epiphany materyallerine karşı birer adet implantta, guta perka'ya karşı iki adet implantta reaksiyonun gelişmediği (Grade 0) gözlemlendi. Bu gruptaki implantların hiçbirinde Grade 3 şiddetinde reaksiyon mevcut değildi (Tablo 4.1).

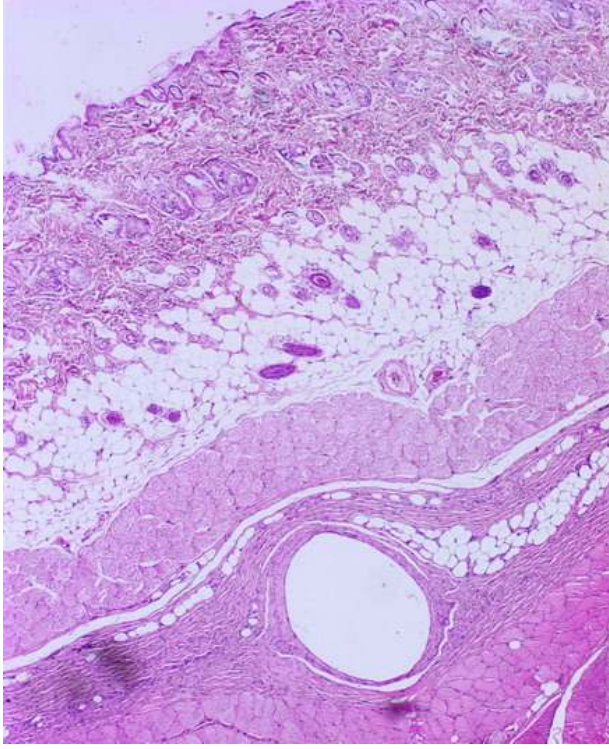
Genellikle hafif ve orta derecede fibroblast proliferasyonunun gözlemlendiği bu dönemde (Şekil 4.6), örneklerin bazılarında herhangi bir reaksiyonun olmadığı izlendi (Şekil 4.7, Şekil 4.8). Bununla beraber, örneklerin birkaçında ise granülasyon dokusunu meydana getiren belirgin inflamasyon, vasküler ve fibroblast proliferasyonu dikkati çekmektedir (Şekil 4.9).



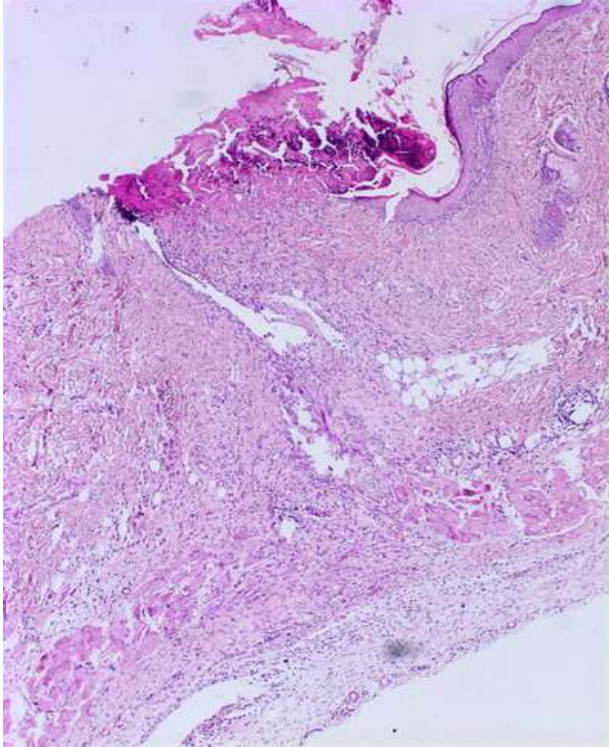
Şekil 4.6 Dört haftalık dönemde, boş teflon tüp duvarında orta derecede fibroblast proliferasyonu dikkati çekmektedir (HE, x 200).



Şekil 4.7 Dört haftalık döneme ait Epiphany içeren teflon tüp etrafında belirgin bir inflamasyon ve fibrozis gelişimi mevcut değildir (HE, x 100).



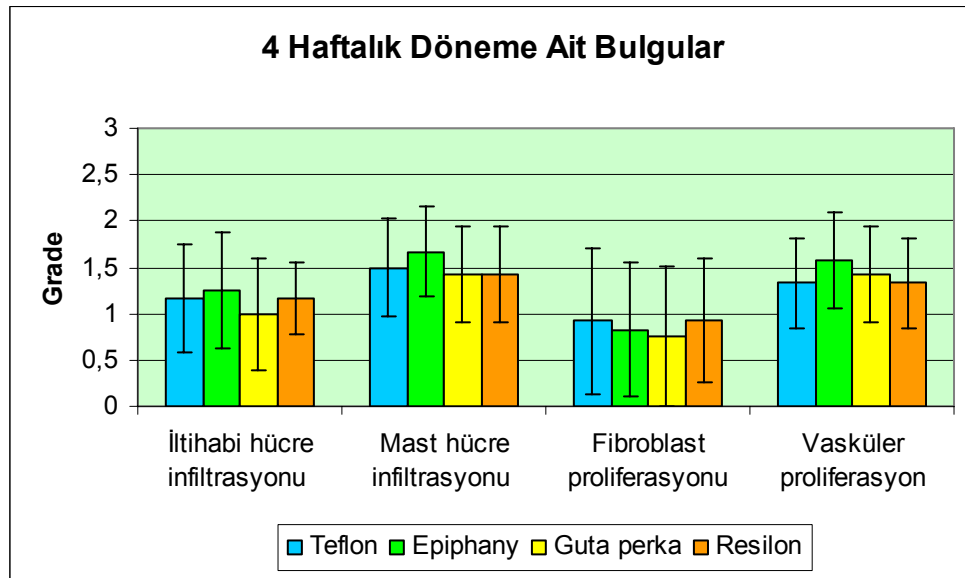
Şekil 4.8 Dört haftalık Resilon grubunda iltihabi hücre infiltrasyonu, fibroblast ve vasküler proliferasyon mevcut değildir (HE, x 100).



Şekil 4.9 Dört haftalık gutta perka örneğinde belirgin inflamasyon, vasküler ve fibroblast proliferasyonu dikkati çekmektedir (HE, x 100).

Bu grupta yer alan tüm implant materyallerinden elde edilen biyopsi örneklerinde multinükleer dev hücre bulunmadığı ve bu alanlarda granülasyon dokusunun gelişmediği tespit edildi.

Grup içi karşılaştırmada Friedman testi kullanılarak implant materyalleri bağımlı gruplar olarak kabul edildi. Dört haftalık dönemde (Şekil 4.10) tüm implant materyalleri arasında istatistiksel olarak belirgin bir farkın olmadığı bulundu ($p>0,05$).



Şekil 4.10 Dört haftalık döneme ait doku reaksiyonları (Ort $\pm$ SS) ($p>0,05$).

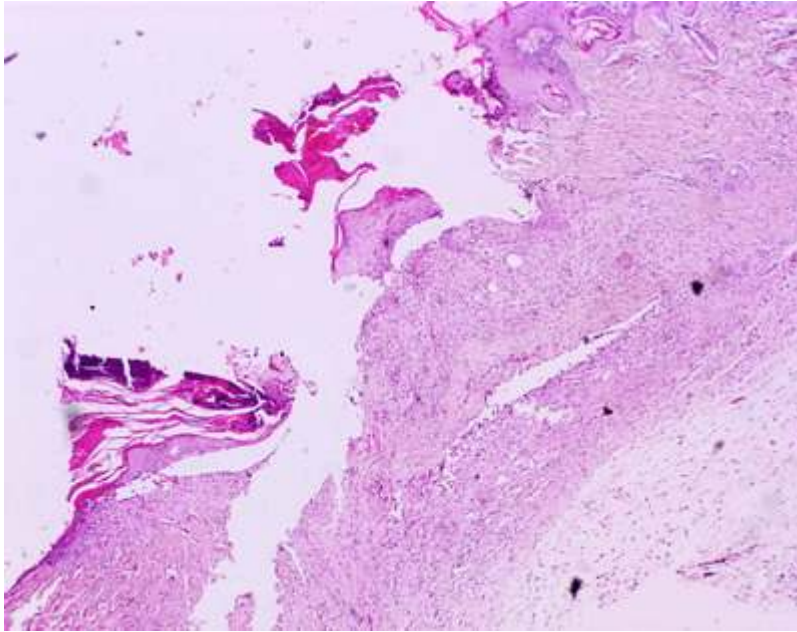
4.1.3 Sekiz Haftalık Döneme Ait Bulgular

Guta perka materyaline ait bir implant örneği, histopatolojik değerlendirme esnasında yaşanan güçlük nedeniyle araştırma dışı bırakıldı.

Üçüncü grubu oluşturan sekiz haftalık implantlarda, genel olarak çalışmanın en hafif ve minimal düzeyli histopatolojik bulguları izlendi. Bu grupta hiçbir implanta karşı Grade 3 şiddetinde reaksiyon görülmedi. Grubun genelinde

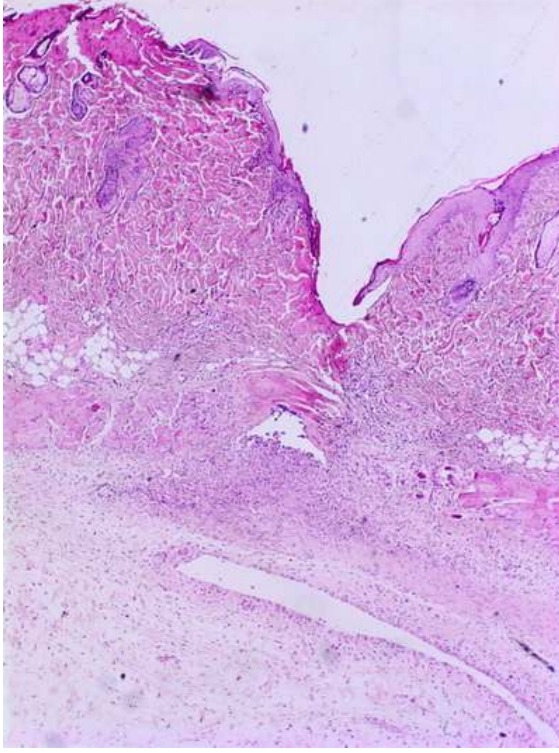
Grade1 ve Grade 0 düzeyinde reaksiyonlar tespit edildi. Epiphany materyaline karşı sadece bir adet implantta Grade 2 şiddetinde reaksiyona rastlandı (Tablo 4.1).

Örneklerin bazılarında stromada belirgin inflamatuvar hücre infiltrasyonu, fibroblast ve vasküler proliferasyon izlendi (Şekil 4.11, Şekil 4.12). Minimal düzeyli inflamasyon ve vasküler proliferasyonla birlikte (Şekil 4.13), reaksiyonun gözlenmediği örnekler tespit edildi (Şekil 4.14).

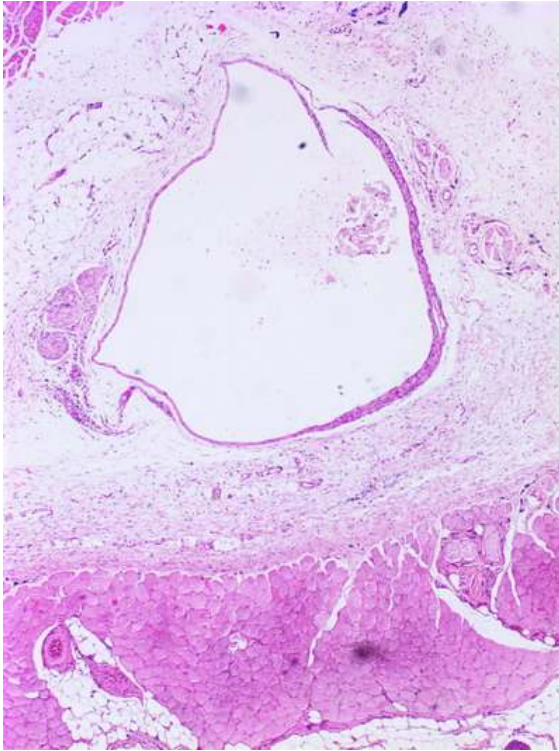


Şekil 4.11 Sekiz haftalık örnekte, boş teflon tüp girişinin yapıldığı epidermis ve dermiste düzensizliklerle birlikte stromada belirgin inflamatuvar hücre infiltrasyonu, fibroblast ve vasküler proliferasyon izlenmektedir (HE, x 100).

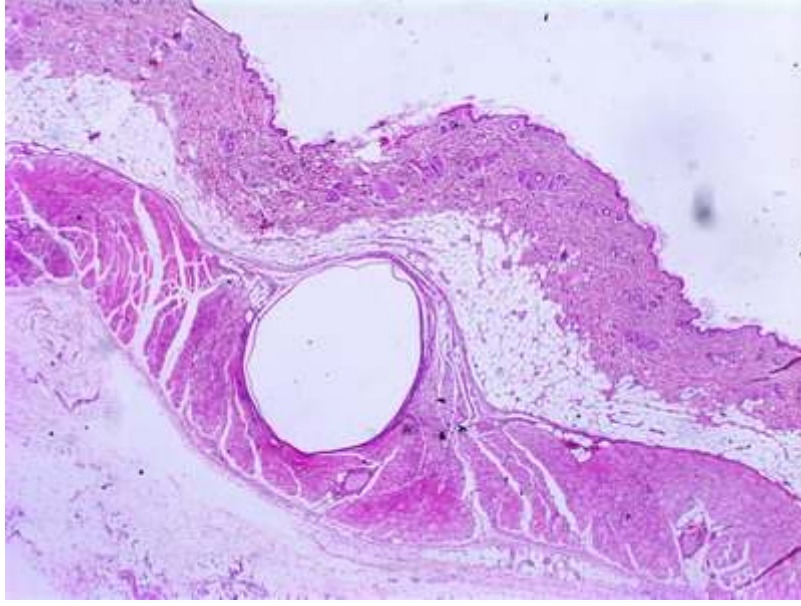
Bu grupta yer alan tüm implant materyallerinden elde edilen biyopsi örneklerinde multinükleer dev hücre bulunmadığı ve bu alanlarda granülasyon dokusunun gelişmediği tespit edildi.



Şekil 4.12 Sekiz haftalık guta perka örneğinde epidermis ve dermiste düzensizlik, fibrozis ve inflamasyon görülmektedir (HE, x 100).

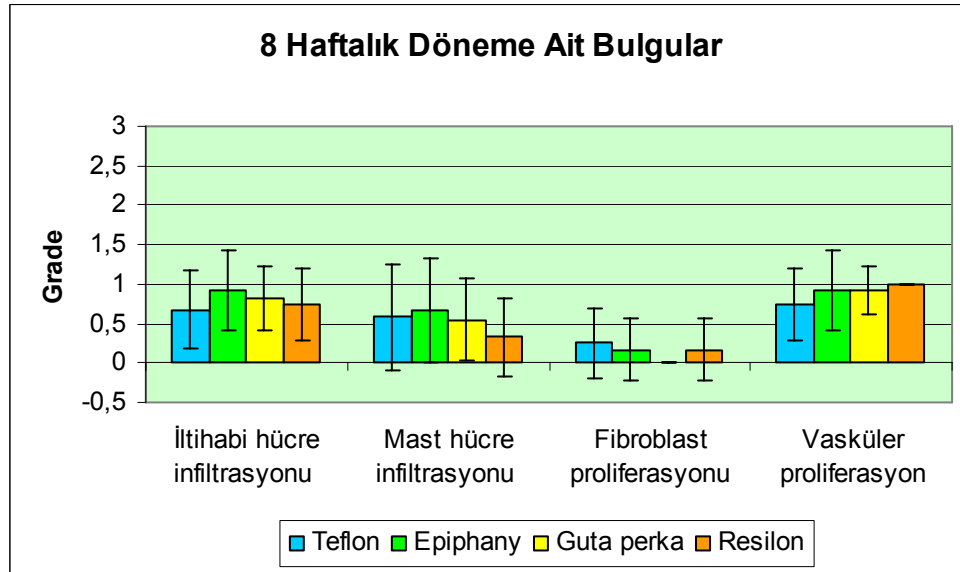


Şekil 4.13 Sekiz haftalık Epiphany içeren teflon tüp etrafında minimal düzeyde inflamasyon, vasküler proliferasyon izlenmekte (HE, x 200).



Şekil 4.14 Sekiz haftalık Resilon örneğinde belirgin bir patoloji izlenmemektedir (HE, x 100).

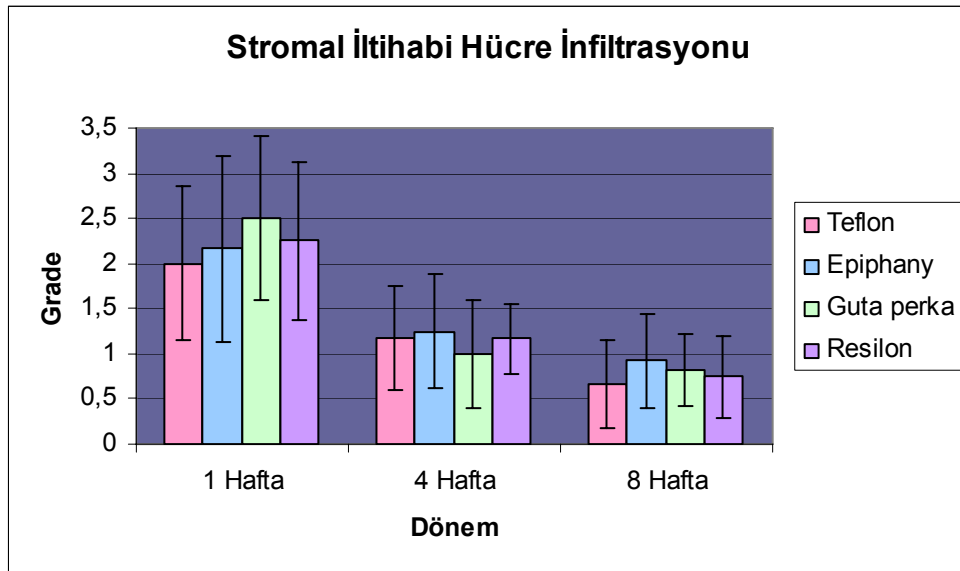
Grup içi karşılaştırmada Friedman testi kullanılarak implant materyalleri bağımlı gruplar olarak kabul edildi. Sekiz haftalık dönemde (Şekil 4.15) tüm implant materyalleri arasında istatistiksel olarak belirgin bir farkın olmadığı bulundu ($p>0,05$).



Şekil 4.15 Sekiz haftalık döneme ait doku reaksiyonları (Ort $\pm$ SS) ($p>0,05$).

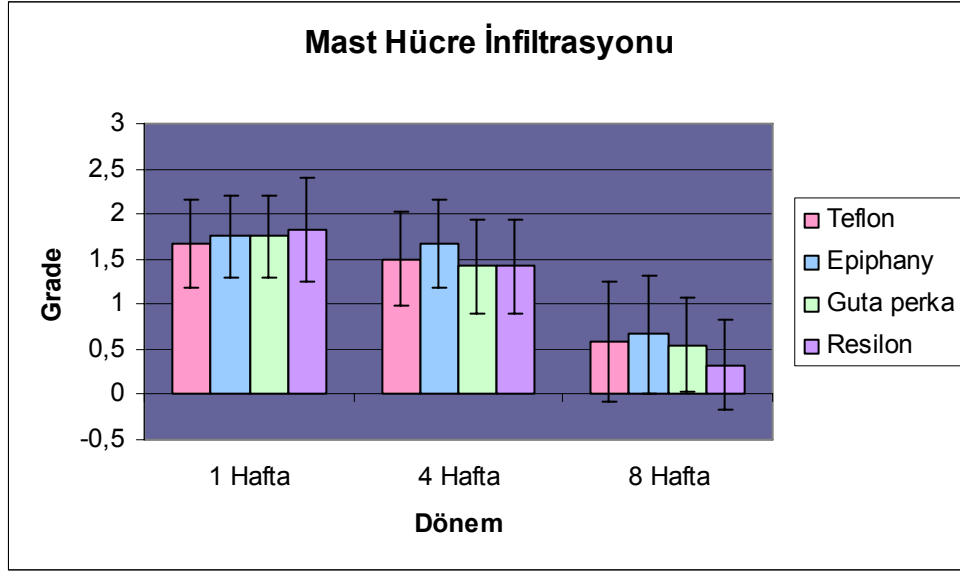
Gruplar arası karşılaştırmada Kruskal-Wallis testinin sonuçları ise aşağıdaki gibidir;

Stromal iltihabi hücre infiltrasyonu açısından (Şekil 4.16) tüm implant materyalleri için bir ve dört haftalık dönemler arasında belirgin bir fark bulundu (teflon ve Epiphany için $p<0,05$; guta perka için $p<0,001$; Resilon için $p<0,01$). Yine, bir ve sekiz haftalık dönemler arasında tüm materyaller için belirgin bir fark bulunurken (teflon, guta perka, Resilon için $p<0,001$; Epiphany için $p<0,01$), dört ve sekiz haftalık dönemler arasında belirgin bir fark bulunamadı ($p>0,05$).



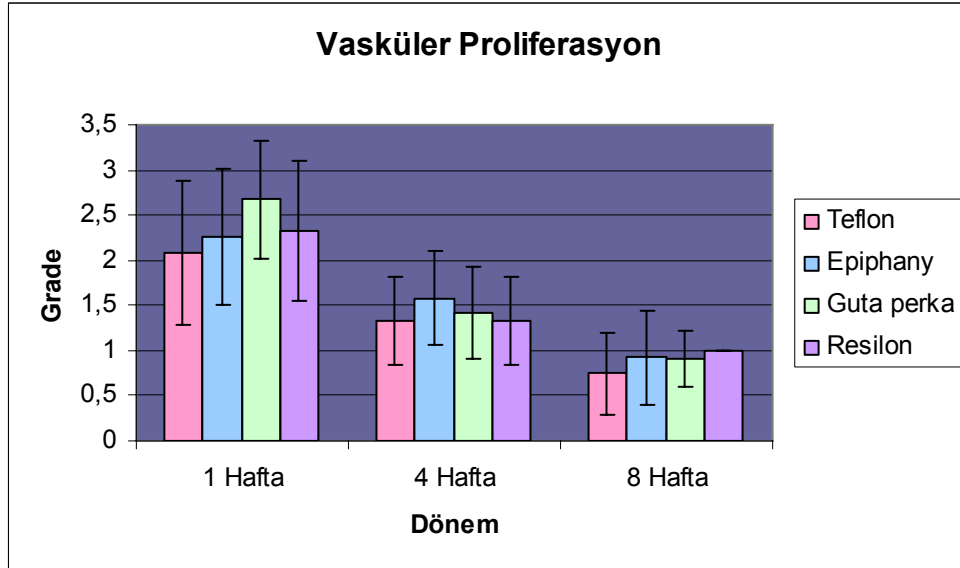
Şekil 4.16 Dönemlere göre stromal iltihabi hücre infiltrasyonu (Ort $\pm$ SS).

Mast hücre infiltrasyonu açısından (Şekil 4.17) tüm implant materyalleri için bir ve sekiz haftalık dönemler arasında ($p<0,001$), dört ve sekiz haftalık dönemler arasında (teflon, guta perka için $p<0,01$; Epiphany, Resilon için $p<0,001$) belirgin bir fark bulundu. Tüm materyaller için bir ve dört haftalık dönemler arasında belirgin bir fark bulunamadı ($p>0,05$).



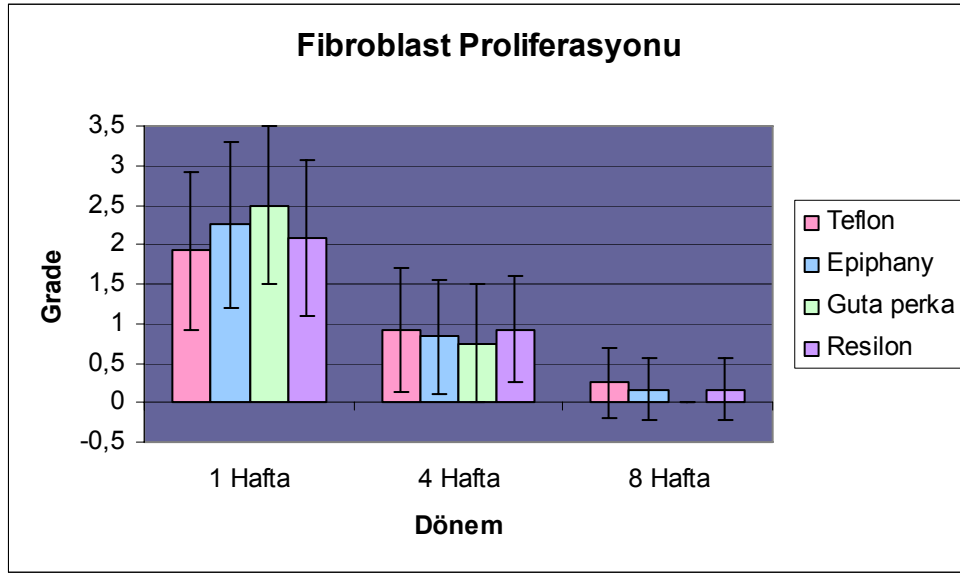
Şekil 4.17 Dönemlere göre mast hücre infiltrasyonu (Ort $\pm$ SS).

Vasküler proliferasyon derecesi açısından (Şekil 4.18) tüm implant materyalleri için bir ve dört haftalık dönemler arasında (teflon, Epiphany için $p < 0,05$; guta perka, Resilon için $p < 0,001$), bir ve sekiz haftalık dönemler arasında ($p < 0,001$), dört ve sekiz haftalık dönemler arasında ($p < 0,05$) belirgin bir fark bulunmuştur.



Şekil 4.18 Dönemlere göre vasküler proliferasyon (Ort $\pm$ SS).

Fibroblast proliferasyon derecesi açısından (Şekil 4.19) tüm implant materyalleri için bir ve dört haftalık dönemler arasında (teflon için $p<0,05$; Epiphany, Resilon için $p<0,01$; guta perka için $p<0,001$), bir ve sekiz haftalık dönemler arasında ($p<0,001$), dört ve sekiz haftalık dönemler arasında (teflon, Epiphany, guta perka için $p<0,05$; Resilon için $p<0,01$) belirgin bir fark bulunmuştur.



Şekil 4.19 Dönemlere göre fibroblast proliferasyonu (Ort $\pm$ SS).

Multinükleer dev hücre varlığı açısından tüm implant materyalleri için bir ve dört haftalık dönemler arasında (teflon için $p<0,05$; Epiphany, Resilon için $p<0,01$; guta perka için $p<0,001$), bir ve sekiz haftalık dönemler arasında (teflon için $p<0,05$; Epiphany, Resilon için $p<0,01$; guta perka için $p<0,001$) belirgin bir fark bulunmuştur. Dört ve sekiz haftalık dönemler arasında tüm materyaller için belirgin bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Granülasyon dokusunun varlığı açısından tüm implant materyalleri için bir ve dört haftalık dönemler arasında (teflon, Resilon için $p<0,05$; Epiphany, guta perka için $p<0,001$), bir ve sekiz haftalık dönemler arasında (teflon, Resilon için $p<0,05$; Epiphany, guta perka için $p<0,001$) belirgin bir fark bulunmuştur.

Dört ve sekiz haftalık dönemler arasında tüm materyaller için belirgin bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.1 İmplant materyallerinin farklı dönemlerdeki inflamatuvar reaksiyon derecelerinin genel dağılımı.

SÜRE	Materyal	n	Grade 0	Grade 1	Grade 2	Grade 3
1 HAFTA	Teflon	12	-	4	4	4
	Epiphany	12	1	2	3	6
	Guta perka	12	1	-	3	8
	Resilon	12	-	3	3	6
4 HAFTA	Teflon	12	1	8	3	-
	Epiphany	12	1	7	4	-
	Guta perka	12	2	8	2	-
	Resilon	12	-	10	2	-
8 HAFTA	Teflon	12	4	8	-	-
	Epiphany	12	2	9	1	-
	Guta perka	11	2	9	-	-
	Resilon	12	3	9	-	-

4.2 Apikal Sızdırmazlık Çalışması

Apikal mikrosızıntının değerlendirilmesi esnasında Grup 1 (AH Plus ve guta perka) ve Grup 3 (Epiphany ve Resilon)'e ait birer örnek ve Grup 2 (AH Plus-Resilon)'ye ait iki örnek, anlamlı bir ölçümün yapılamaması nedeniyle araştırmadan çıkartılmıştır.

Bilgisayarlı sıvı filtrasyon ölçme sisteminin güvenilirliği sıvı filtrasyon değerleri kullanılarak Cronbach Alpha tekniği ile test edildi. Cronbach (1990)'a göre 0,80–1,00 arasında bir katsayı yüksek derecede güvenilirliğe sahip olarak kabul edilir. Bunun sonucunda sıvı filtrasyon metodu için geliştirilen cihazın 0,9956'lık katsayı ile yüksek derecede güvenilir olduğu saptandı.

Sıvı filtrasyon metoduyla elde edilen ortalama sıvı filtrasyon değerleri, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testine tabi tutularak araştırmada kullanılan kanal dolgu materyalleri arasında apikal mikrosızıntı yönünde farklılıklar bulunduğu ve bu farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde olduğu görüldü ($F=795,442$; $p<0.001$).

Gruplar arasında farklılık olduğunun tespit edilmesi üzerine, farklılıkların hangi materyaller arasında olduğunu bulabilmek için Tukey HSD test metodu kullanıldı. Elde edilen ortalama sıvı filtrasyon değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri Tablo 4.2'de sunuldu.

Tüm gruplar arasında en az sızıntı değerini Epiphany kanal dolgu patı ve guta perka kombinasyonu (Grup 4) gösterirken, en fazla sızıntı değerini AH Plus kanal dolgu patı ve Resilon kombinasyonu (Grup 2) gösterdi (Şekil 4.20). Grup 4 ve Grup 2 arasındaki bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$). Bununla beraber Grup 4 ile diğer çalışma grupları olan Grup 1 (AH Plus-guta perka) ve Grup 3 (Epiphany-Resilon) arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunamadı ($p>0,05$). Aynı şekilde Grup 2 ile Grup 1 ve Grup 3 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$).

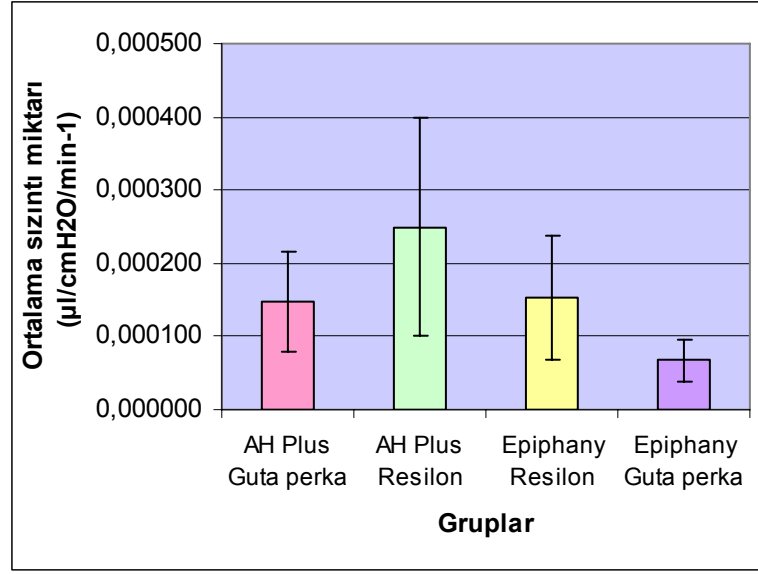
Epiphany kanal dolgu patı ve Resilon kombinasyonu (Grup 3) ile diğer çalışma grupları arasında istatistiksel bir fark görülmedi ($p>0.05$).

Sadece guta perka ile doldurulan ve pozitif kontrol grubunu oluşturan dişlerde yüksek oranda sızıntı tespit edildi. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.001$).

Tablo 4.2 Çalışma ve kontrol gruplarına ait ortalama sıvı filtrasyon değerleri.

MATERYAL	n	Ortalama Sızıntı Miktarı* ($\mu\text{l}/\text{cmH}_2\text{O}/\text{min}^{-1}$)	$\pm$ SS
Grup 1 AH Plus + guta perka	14	0,000147 ^{a,b}	0,000069
Grup 2 AH Plus + Resilon	13	0,000250 ^b	0,000149
Grup 3 Epiphany + Resilon	14	0,000153 ^{a,b}	0,000085
Grup 4 Epiphany + guta perka	15	0,000067 ^a	0,000028
Pozitif kontrol	5	0,002982	0,000170
Negatif Kontrol	5	0,000000	0,000000

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında Tukey HSD testine göre istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$).



Şekil 4.20 Kanal dolgu patı ve materyallerinin farklı kombinasyonlardaki ortalama sızıntı miktarları.

5. TARTIŞMA

Başarılı bir kök kanal tedavisinin amacı, etkili ve yeterli bir düzeydeki temizleme ve şekillendirme işlemleri sonrası kök kanal boşluğunun inert, boyutsal stabiliteye sahip, biyolojik uyumluluğu olan bir materyal ile hermetik bir biçimde doldurulmasıdır (Kolokouris ve ark., 1998). Kök kanal tedavisinde kullanılan kanal dolgu materyallerinin canlı periapikal dokular ile yakın ilişkide bulunmaları ve dolayısıyla tedavinin başarısını da etkileyecek olmaları nedeniyle biyolojik uyumlulukları büyük bir önem taşımaktadır. Günümüzde bir biyomateriyalin kabul edilebilir olması için, materyalin uzun dönemdeki biyolojik uyumluluğunun büyük bir önem taşıdığı Masuda ve ark. (2005) tarafından da vurgulanmıştır.

Bir materyalin biyolojik olarak kabul edilebilirliğini test eden birçok metod vardır. Bu metodlar içerisinde sitotoksikite testleri gibi yöntemleri barındıran in vitro testler, muköz membran irritasyon testleri, deri duyarlılık testleri, implantasyon testleri gibi metodları içeren hayvan deneyleri ve pulpal irritasyon testleri, kemik, mukoza veya gingiva içerisine yerleştirilen implantasyon yöntemlerini içeren kullanım testleri yer almaktadır (Craig ve Powers, 2002).

İn vitro olarak gerçekleştirilen deneysel yöntemlerde deneysel şartların standardize edilmesi gibi avantajların bulunmasına karşılık in vitro olarak çalışılmayan birçok faktör, daha kompleks bir yapıda olan hayvan çalışmalarına ihtiyaç duyar. Hücre kültürü çalışmalarındaki tek tip hücrede görülen reaksiyona nazaran dokunun tüm elemanlarının ortak etkileşimi ile cevabın alınmasını sağlayan hayvan çalışmaları bu açıdan avantajlıdır. Spangberg (1990), endodontik dolgu materyalleri için, biyolojik uyumluluğun incelenmesinde amaca en uygun in vivo metodun implantasyon tekniği olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle, araştırmamızda Epiphany ve Resilon kanal dolgu materyallerinin biyolojik özellikleri ratların subkütanöz dokularına yerleştirilerek incelenmiştir.

Kanal dolgu materyallerinin biyolojik özelliklerini araştırmak için yapılan in vivo çalışmalarda guinea-pig, köpek maymun, tavşan, rat gibi değişik deney hayvanları kullanılabilmektedir (Zmener ve Dominguez, 1983; Pascon ve ark., 1991; Economides ve ark., 1995; Sousa ve ark., 2004; Masuda ve ark, 2005). Araştırmamızda genetik yapısı insan ırkına yakın olanlar içerisinde mümkün olan en alt sınıftaki hayvan türü olan rat tercih edilmiştir. Bununla beraber, ratların yaygın olarak kullanılmaları, ucuz olmaları, kolay elde edilebilmeleri özellikleri de tercih sebebidir.

İmplantasyon çalışmalarında, özellikle pat şeklindeki materyallerin uygulama şekilleri önem kazanmaktadır. Bu amaçla, Molloy ve ark. (1992), Bratel ve ark. (1998) ile De Souza Costa ve ark. (2000) polietilen tüpleri, Kaplan ve ark. (2003) ile Zmener (2004) silikon tüpleri, Holland ve ark. (2002) insan diş köklerinden hazırladıkları dentin tüplerini, Olsson ve ark. (1981), Economides ve ark. (1995), Kolokouris ve ark. (1996; 1998) ile Kim ve ark. (2004) teflon (politetrafloroetilen) tüpleri çalışmalarında kullanmışlar ve endodontik materyallerin test edilmesinde implantasyon için kullanılan bu tüplerin başarılı bir araç olduğunu bildirmişlerdir.

Kolokouris ve ark. (1998) teflon tüplerin inert bir yapıları olduğunu, test edilen materyalin canlı dokular ile kontrollü ve etkili bir biçimde temas etmesini sağladıklarını belirtmişlerdir. Bu nedenle araştırmamızda Epiphany kanal dolgu materyali teflon tüpler içerisinde subkütan dokuya yerleştirilmiştir.

Literatüre göre, teflon materyalinin yol açtığı irritasyonun belirgin bir düzeyde olmadığı gösterilmiş ve implante edilen teflon tüplerinin yan duvarlarında herhangi bir inflamatuvar reaksiyonun görülmemesi nedeniyle biyouyumlu olduğu belirtilmiştir (ADA, 1982; Stanley, 1985).

Bu araştırmada da, ratların sol omuz bölgelerine yerleştirilen boş teflon tüpler negatif kontrol grubunu oluşturmuştur. Araştırmamızın sonuçlarına göre

teflon materyali 1. haftadan itibaren 4. ve 8. haftalara doğru Grade 2 düzeyinden Grade 1 düzeyine gittikçe azalan bir şekilde inflamatuvar reaksiyon göstermiştir. Fibroblast proliferasyonu açısından incelediğimizde 8. haftada Grade 0 düzeyine ulaştığını görmekteyiz. Buna göre teflon materyalinin biyolojik uyumluluğa sahip bir materyal olduğunu söyleyebiliriz.

Guta perka kök kanal tedavisinde yaygın olarak kullanılan bir materyaldir. Yapısının yalnız %20'si doğal guta perka'dan oluşurken, %60-70 oranında çinko oksit ve geri kalan %10'luk kısımda rezin, mum ve metal sülfatlar bulunur (Spangberg, 1999).

Spangberg (1969) ile Wolfson ve Seltzer (1975)'in, guta perka materyalinin hayvanlara implantasyonu ile gerçekleştirdikleri biyoyumluluk çalışmalarında düşük düzeyde toksisite ve inflamatuvar cevap olduğu gözlenirken, guta perkanın küçük parçalara bölünmesi halinde toksik ajanların ortaya çıkarak sitotoksositeye neden olduğu bildirilmiştir (Hauman ve Love, 2003).

Wolfson ve Seltzer (1975)'in çalışmalarında, kalsiyum hidroksit ve kloroform içeren ürünler haricinde guta perkanın ticari şekli ile doğal formunun (trans-poliizopren) benzer sitotoksik özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Hauman ve Love, 2003). Pascon ve Spangberg (1990), ticari guta perkanın sitotoksik özelliğini içerdiği yüksek orandaki çinko oksite bağlamışlardır. Sunzel ve ark. (1997) ise guta perkanın içerisinde bulunan çinkonun rozin ve rezin asidinin toksisitesini azalttığını göstermişlerdir.

Kompleman aktivasyonu parametresi baz alınarak farklı dört markaya ait guta perka konları ve ZnO, TiO₂, BaSO₄ gibi dokuz adet guta perka içeriğinin inflamatuvar potansiyeli in vitro olarak araştırılmıştır. Buna göre farklı markalara ait tüm guta perka konlarının ve içeriğinin komplemen sistemini stimüle ettiği bulunmuştur (Serene ve ark., 1988). Bundan yola çıkarak Hauman ve Love

(2003), klinik bir bulgu olmamasına rağmen taşkın guta perka konlarının ağrıya ve periapikal inflamasyona neden olabileceğini belirtmişlerdir.

Holland ve ark. (1982) farklı markalara ait gümüş kon ve guta perka konlarının uzun dönem etkilerini rat bağı dokusunda incelemişlerdir. Bir yılı aşkın bir sürede inceledikleri guta perkaların bir markası ile gümüş konların iyi bir doku toleransı gösterdiklerini buna karşılık diğer marka guta perkalarda kalın fibröz kapsül oluşumuyla birlikte şiddetli kronik inflamasyon görüldüğü rapor edilmiştir.

Sjögren ve ark. (1995)'nın yaptıkları bir çalışmada guta perkanın çeşitli boyutlardaki şekilleri subkütanöz doku reaksiyonları açısından incelenmiştir. Buna göre guta perka büyük partiküller şeklinde uygulandığında inflamasyon görülmezken küçük partiküller veya rozin-klorofom ile çözünmüş formlarında ise makrofaj ve çok çekirdekli dev hücre varlığıyla karakterize yoğun ve lokalize doku cevabı alınmıştır. Bundan yola çıkılarak, guta perkanın boyutsal ve yüzey karakterleriyle ilgili olarak doku cevabının değişkenlik gösterdiği sonucuna varılmıştır (Hauman ve Love, 2003).

Araştırmamızda, guta perka konlar 10 mm uzunluğunda kesilerek ratların sol kalçalarına yerleştirildi. Alınan biyopsilerin histopatolojik değerlendirmesinde 1 haftalık dönemde şiddetli iltihabi reaksiyonun (Grade 3) geliştiği gözlemlendi. 4. ve 8. haftalarda iltihabi reaksiyon şiddeti Grade 1 seviyesine, fibroblast profilasyon düzeyi 8. haftada Grade 0 seviyesine düşmüştür. Bu durumda guta perka konlarının araştırmamızın bulguları ışığında biyolojik olarak uyumlu olduğunu söyleyebiliriz.

Literatürü incelediğimizde birçok araştırmacının konservatif tedavide kullanılan dentin bonding sistemlerini kanal dolgu patı olarak kullandıklarını ve çeşitli özelliklerini incelediklerini görmekteyiz (Zidan ve El Deeb, 1985; Hammond ve Meyers, 1992; Leonard ve ark., 1996). Her geçen gün biraz daha geliştirilen rezin esaslı kanal dolgu materyallerinin, dentine adezyon ile tutunmaları

sağlanarak üstün bir kapatıcılığın elde edilmesi hedeflenmektedir (Kataoka ve ark., 2000; Imai ve Komabayashi, 2003; Zmener, 2004).

Kök kanal tedavisinde yeni yer bulan Epiphany kanal dolgu patı ve Resilon kanal dolgu materyali rezin esaslı bir sistemdir. Epiphany'nin içeriğinde BisGMA, etoksilat BisGMA, üretan dimetakrilat (UDMA), hidrofilik difonksiyonel metakrilatların (PEGDMA, EBPADMA) yanı sıra doldurucu olarak kalsiyum hidroksit, baryum sülfat, baryum glass, bizmut oksiklorit ve silika içerir. İçeriğinin % 70'ini doldurucular oluşturmaktadır (Barnett ve Trope, 2004). Resilon termoplastik sentetik polimer esaslı kanal dolgu materyalidir. İçeriğinde ayrıca % 65 oranında biyoaktif cam, bizmut oksiklorit ve baryum sülfat doldurucuları bulunur. Resilon içerdiği polikaprolakton sayesinde termoplastik özellik kazanmaktadır. Polikaprolakton polyester yapısında, biyolojik olarak indirgenebilen, düşük sıcaklıklarda eriyebilen bir bileşendir (Tay ve ark., 2005c).

Geleneksel kompozit rezinlerin yapısında polimerize olabilen organik matriks, yapıyı güçlendiren inorganik doldurucular ayrıca organik ve inorganik yapıları birbirine bağlayan silan bağlayıcı komponent bulunur. Organik matriks içerisinde Bis-GMA, UDMA, EGDMA, TEGDMA gibi monomerler bulunur. Resin esaslı materyallerin biyouyumluluğunda özellikle açığa çıkan monomerlerin miktarı ve şekli büyük bir rol oynamaktadır. Kompozit rezinlerin yapısında bulunan tüm organik komponentler polimerizasyon sonrası organik solventler ile açığa çıkmaktadırlar (Koch ve Staehle, 1997).

Zmener (2004), üretan dimetakrilat (UDMA) rezin yapısında hidrofilik bir materyal olan EndoRez (Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT, USA) kanal dolgu patını silikon tüpler içerisinde ratların subkütanöz dokularına yerleştirmiştir. İnflamatuar reaksiyon şiddetinin 30 günlük dönemden itibaren hızla azaldığını ve genel olarak materyalin biyouyumlu olduğunu belirtmiştir.

De Souza Costa ve ark. (2000), iki adeziv rezin olan Clearfill Liner Bond 2 (Kuraray Co., Osaka, Japan) ve Single Bond (3M Co., St. Paul, MN, USA) materyallerin biyouyumluluğunu ratlarda incelemişlerdir. Materyaller ratların sırtlarına polietilen tüpler içerisinde implante edilmiştir. Araştırmacılar 60 günlük periyodun sonunda devam eden inflamatuvar cevabı polimerize olmayan monomerlerin açığa çıkmasına bağlamışlardır.

Epoksi rezin esaslı kanal dolgu patları olan AH 26 ve AH Plus karıştırıldıkları ilk anda toksik özelliğe sahiptirler (Pascon ve Spangberg, 1990; Meryon ve Brook, 1990). Azar ve ark. (2000) AH 26 'nın sitotoksik etkisinin 1 haftalık dönemden sonra azaldığını, AH Plus 'ın sitotoksik etkisinin ise materyalin karıştırılmasından 4 saat sonra ortadan kalktığını belirtmişlerdir.

Pascon ve ark. (1991)'nin maymunlarda gerçekleştirdikleri uzun dönem çalışmalarında, AH 26'nın 1 ile 7 günden sonra şiddetli periapikal inflamasyona neden olduğunu, 2 ile 3 yıl sonra ise belirtilerin oldukça hafiflemiş olduğunu göstermişlerdir. AH 26'nın başlangıçtaki sitotoksik ve mutajenik özelliklerinin büyük oranda yapısında bulunan bisfenol-A-diglisidil-eter ve formaldehit kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Spangberg ve ark., 1993; Heil ve ark., 1996).

Leonardo ve ark. (1999), köpeklerin premolar dişlerinde gerçekleştirdikleri in vivo çalışmalarında, AH Plus'ın apikal sert doku oluşumunu sağladığını belirtmişlerdir. İnceledikleri preparatlarda inflamatuvar hücrelerin ve nekroz alanlarının bulunmadığını bildirmişlerdir.

Araştırmamızda Epiphany kanal dolgu patı ve Resilon kanal dolgu materyali ilk bir haftalık sürede ağırlıklı olarak orta ve şiddetli (Grade 2 ve Grade 3) düzeylerde inflamatuvar reaksiyon ve fibroblast proliferasyon derecesi göstermektedir. Bu durumun 4. ve 8. haftalarda Grade1 ve Grade 0 şiddetindeki reaksiyonlar düzeyinde olduğunu gözlemlemekteyiz. Araştırmamızın bulguları

ışığında Epiphany ve Resilon kanal dolgu materyallerinin biyolojik olarak uyumlu olduklarını söyleyebiliriz.

Genel olarak incelenen materyallerin tümünde ilk bir haftalık sürede orta ve şiddetli düzeylerde (Grade 2 ve Grade 3) doku reaksiyonları izlenirken, dört ve sekiz haftalık sürelerde şiddetin gittikçe azaldığını hatta kaybolduğunu görmekteyiz. İlk haftalarda gözlenen inflamatuvar cevabın ileriki dönemlere nazaran daha şiddetli olması, cerrahi müdahale nedeniyle meydana gelen travmaya karşı oluşan cevabın söz konusu olduğunu düşündürmektedir.

Spangberg (1990) endodontik materyallerin dokulardaki ilk etkileri hakkında elde edilecek bilginin önemli olduğunu fakat cerrahi implantasyon ile doku travmalarına yol açılabileceği ve oluşan inflamasyonun araştırılan materyale karşı oluşan doku cevabından ayrılmasının imkânsız olduğunu belirtmektedir. Bununla beraber 2 haftadan daha kısa dönemlerde çalışmanın pratik olmadığını ve sadece kesin durumlarda kısa dönemin faydalı olabileceğini söylemektedir.

İncelenen materyallerin hiçbirinde fibröz kapsül oluşumu gözlenmemiştir. İlk haftada meydana gelen reaksiyon şiddetinin dördüncü ve sekizinci haftalarda azalması hatta ortadan kaybolması ADA (1985)'nin belirtmiş olduğu biyouyumluluk kriterlerine göre uygunluk göstermektedir.

Kanal dolgu materyallerinin biyolojik uyumlulukları yanında kök kanalını ideal bir şekilde tıkamaları büyük bir önem taşımaktadır. Araştırmamızda bilgisayarlı sıvı filtrasyon tekniği kullanılarak farklı kanal dolgu patı ve kanal dolgu materyali kombinasyonları ile apikal mikrosızıntılarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Apikal mikrosızıntı çalışmalarında boya sızıntı yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır (Wu ve ark., 2003). Fakat bu yöntemle ilgili olarak örneklerin

bozulması, sadece kesit alınan yüzeydeki sızıntının gözlenmesi, zamana bağlı sızıntı değişiminin ölçülememesi gibi dezavantajlar söz konusudur (Derkson ve ark., 1986).

Apikal sızıntı çalışmalarında kullanılan sıvı filtrasyon tekniği ile kök örneklerinin zarar görmemesi, tekrarlanabilir ölçümler yapılabilmesi (Wu ve ark., 1995), pozitif basınç kullanıldığı için hapsolmuş hava veya sıvının neden olabileceği problemlerin elimine edilmesi (Goldman ve ark., 1989) sağlanırken, sistemin bilgisayar kontrollü olması durumunda ölçümde bireysel farklılıkların ortadan kaldırılması sağlanır (Oruçoğlu ve ark., 2005).

Literatür incelendiğinde, mikrosızıntı çalışmalarında çok farklı basınç miktarlarının kullanıldığı görüldü. Fogel (1995) ölçüm sisteminin hassasiyeti açısından kullanılan basıncın ve mikropipet çapının değiştirilebileceğini belirtmiştir. Araştırmamızda Miletic ve ark. (1999; 2002b) ile Oruçoğlu ve ark. (2005)'nin kullanmış oldukları 1.2 atm (120 kPa)'lık basınç miktarı ve 25 µl'lik cam mikropipet kullanılmıştır.

Wu ve ark. (1993) sızıntı çalışmalarında standardizasyonun sağlanması için örneklerin aynı çap ve boyutta, benzer kanal anatomisine sahip olmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Araştırmamızda standardizasyonun sağlanması adına tüm dişler 10 ± 0.05 mm boyutunda hazırlandı ve aynı şekilde prepare edildi.

Epiphany-Resilon kanal dolgu sisteminin dentin ile ve kendi içerisinde oluşturduğu monoblok sayesinde, diş dokularının iç direncinin kuvvetlendirildiği ve gerek koronal gerekse apikal sızıntının önüne geçildiği belirtilmektedir (Teixeira ve ark., 2004; Shipper ve ark., 2005). Bu düşünceden yola çıkarak apikal sızıntılarını incelediğimiz Epiphany-Resilon kanal dolgu sisteminin araştırmamızın bulguları ışığında AH plus-guta perka kombinasyonundan üstün olmadığını gördük.

Araştırmamızda tüm gruplar arasında en az sızıntı değerini Epiphany kanal dolgu patı ve guta perka kombinasyonu gösterirken, en fazla sızıntı değerini AH Plus kanal dolgu patı ve Resilon kombinasyonu gösterdi. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$).

Kokorikos ve ark. (2005), Epiphany, Tubliseal ve Sealapex kanal dolgu patları ve guta perka ile doldurdukları dişlerin apikal sızdırmazlık özelliklerini sıvı filtrasyon metodu ile 7 gün ve 1 aylık dönemlerde incelemişlerdir. Epiphany ve guta perka kombinasyonunun her iki dönemde de Tubliseal-guta perka ve Sealapex-guta perka kombinasyonlarına göre belirgin düzeyde daha az sızıntı gösterdiğini rapor etmişlerdir ($p<0,05$). Bizim araştırmamızda da Tubliseal ile aynı yapıya sahip olan AH Plus kanal dolgu patının guta perka ile kombinasyonu, Epiphany-guta perka kombinasyonundan daha fazla sızıntı göstermiştir. Fakat araştırmamızdaki iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tay ve ark. (2005b) Epiphany-Resilon ve AH Plus-guta perka kombinasyonlarının yapısal özelliklerini transmisyon elektron mikroskobu ile, apikal sızdırmazlık özelliklerini ise gümüş boyama tekniği ile incelemiştir. Transmisyon elektron mikroskobu ile yaptıkları incelemelerde her iki gruptaki dolgu materyallerinde boşluklar olduğunu göstermişlerdir. Boşlukların lokalizasyonu AH Plus-guta perka grubunda daha çok AH Plus ve guta perka arasında yoğunlaşırken, Epiphany-Resilon grubunda ise dentin ve Epiphany kanal dolgu patı arasında yoğunlaştığı belirtilmiştir. Araştırmacılar, Epiphany ve Resilon materyalleri arasındaki bağlantının mükemmel olduğunu gözlemişlerdir. Gümüş boyama tekniği ile gerçekleştirdikleri sızıntı çalışmasında; Epiphany-Resilon grubunda 10 örneğin 9'unda sızıntı görülürken, AH Plus-guta perka grubunun tümünde sızıntı gözlenmiş ve bu sızıntının her iki grup için özellikle apikal 4 mm'de ve her iki yüzeyde olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar Epiphany-Resilon kombinasyonunun AH Plus-guta perka kombinasyonundan üstün olmadığı sonucuna varmışlardır.

Taranu ve ark. (2005), GuttaFlow, Epiphany ve RelyX Unicem kanal dolgu materyallerinin apikal sızdırmazlık özelliklerini boya sızıntısı yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Doksan günün sonunda Epiphany'nin GuttaFlow ve RelyX Unicem materyallerine göre belirgin düzeyde daha fazla sızıntı gösterdiği, bununla beraber GuttaFlow kanal dolgu materyalinin ise en az sızıntı değerine sahip olduğu rapor edilmiştir ($p<0,05$).

Metakrilat esaslı kanal dolgu patlarında görülen polimerizasyon büzülmesi ile oluşan streslerin özellikle dar ve derin kanallarda elimine edilememesi büyük bir problem teşkil eder (Condon ve Ferracane, 2000; Davidson ve ark, 1984). Kanal dolgu patının kanal duvarları ile olan bağlantısı haricinde, koronalde mevcut olan serbest yüzeyin hareketi ile stresler elimine edilebilmektedir. Tay ve ark. (2005a) kanal dolgu patının dentin yüzeyine bağlandığı toplam alanının, dolgu patının serbest yüzey alanına oranını konfigürasyon faktörü (C-faktör) olarak adlandırmışlardır. Konfigürasyon faktörünün özellikle dar ve derin kanallarda yüksek bir değere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Hiraishi ve ark. (2005) Epiphany gibi metakrilat esaslı kanal dolgu patı olan Next (Heraeus-Kulzer, Hanau, Germany) ile Resilon kombinasyonunun makaslama kuvvetlerine karşı dirençlerini kompozit rezin ile karşılaştırmışlardır. Buna göre Next-Resilon kombinasyonu arasındaki bağlantı kuvvetinin Next-kompozit rezin kombinasyonu arasındaki bağlantı kuvvetinden üstün olmadığını belirtmişlerdir ($p<0.001$). Next ve Resilon arasında meydana gelen kopmanın ağırlıklı olarak adeziv kopma şeklinde gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, Resilon materyalinin yapısında bulunan dimetakrilat bileşeninin yetersizliğinden dolayı, metakrilat esaslı kanal dolgu patına yeterli düzeyde bağlanamamış olabileceğini ifade etmişlerdir.

Araştırmalarda Epiphany-Resilon sisteminde koronal kapaticılığın sağlanması adına kanal dolgusunu takiben, korondan yapılan ışınlamanın

beraberinde birtakım dezavantajlar getirdiği belirtilmektedir. Hızlı bir şekilde sağlanan koronal polimerizasyon, kanal dolgu patının içerisinde mevcut olan streslerin elimine edilmesini önler (Hiraishi ve ark., 2005; Tay ve ark., 2005a; Ferracane, 2005). Bununla beraber 150°C düzeyinde ısı ile uygulanan vertikal kondansasyon tekniklerinin polimerizasyonu hızlandırarak var olan streslerin elimine edilmesinde problem yaratacağı belirtilmiştir. Isı ile uygulanan vertikal kondansasyonun yanı sıra soğuk lateral kondansasyon tekniğinin de dentin ve kanal dolgu materyali arasında oluşan bağlantıyı bozabileceği ifade edilmiştir (Tay ve ark., 2005a).

Araştırmamızda Epiphany-Resilon kombinasyonu AH Plus-guta perka kombinasyonundan istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber daha fazla sızıntı değeri göstermiştir. Yukarıdaki çalışmaların bulguları ışığında, koronal ışınlama nedeniyle var olan polimerizasyon streslerinin elimine edilemediği ve böylece dentin ile kurulan bağın bozulmuş olabileceğini söyleyebiliriz. Ayrıca Hiraishi ve ark. (2005)'nin bulgularına paralel olarak, Epiphany ve Resilon arasındaki bağın, Resilon'un yapısında bulunan dimetakrilat bileşeninin yetersizliğinden dolayı kötü etkilendiğini öne sürebiliriz.

Mello ve ark. (2004) boya sızıntısı ile gerçekleştirdikleri apikal sızdırmazlık çalışmalarında AH Plus ve çinko-oksit öjenol içerikli N-Rickert patlarının kalsiyum hidroksit içerikli Sealapex ve cam iyonomer içerikli Ketac Endo patlarına göre daha az sızıntı gösterdiklerini belirtmişlerdir. Sevimay ve Kalaycı'nın (2005) ise gerçekleştirdiği benzer bir çalışmada ise AH Plus'ın yine rezin esaslı kanal dolgu patı EndoRez'e göre apikal sızdırmazlık ve dentine adaptasyon özelliklerinin daha iyi olduğu rapor edilmiştir.

Miletic ve ark.'nın (1999) sıvı filtrasyon metodu ile değerlendirdikleri apikal sızdırmazlık çalışmalarında inceledikleri AH 26, AH Plus, Diaket, Apexit ve Ketac Endo kanal dolgu patları arasında belirgin bir fark bulamazken, tüm patların yeterli bir kapaticılık sağladıklarını bildirmişlerdir.

Kardon ve ark. (2003) sıvı filtrasyon metodunu kullanarak üreten dimetakrilat esaslı EndoRez ve AH Plus kanal dolgu materyallerini karşılaştırmışlardır. EndoRez ve AH Plus patları ile birlikte tek kon tekniğinin kullanıldığı çalışmada, EndoRez grubunda AH Plus grubuna nazaran istatistiksel olarak belirgin düzeyde daha fazla sızıntı gözlenmiştir.

Zmener ve ark. (1997), boya sızıntı metodunu kullanarak AH Plus ve AH 26 kanal dolgu patlarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda AH Plus'ın AH 26'ya göre daha fazla sızıntı gösterdiğini bulmuşlardır. Araştırmacılar, AH Plus'ın dentin duvarlarına iyi adapte olamamasının nedenini, AH Plus'ın yapısını oluşturan epoksi rezinin hidrofobik özellikte olmasına bağlamışlardır.

Epiphany ve guta perka kombinasyonunun araştırmamızda en az sızıntı değerine sahip olması, Epiphany'in kanal dolgu patı olarak AH Plus'tan daha üstün olabileceği sonucunu da beraberinde getirmektedir. Epiphany kanal dolgu patının bünyesinde meydana gelen minimal düzeydeki polimerizasyon büzülmesi, guta perkanın iyi kondanase edilebilir bir materyal olması nedeniyle kompanse edilmiş olabilir.

Araştırmacılar, geleneksel guta perka konlarının poliizopren yapısında olmasından dolayı kanal dolgu patları ile kimyasal bir bağlantı kurulmasının mümkün olmadığını belirtmektedirler (Lee ve ark., 2002; Tagger ve ark., 2003; Saleh ve ark., 2003). Guta perka konlarının polibütadin-diizosiyanat-metakrilat rezin materyali ile kaplanarak (Haschke, 2004), metakrilat esaslı kanal dolgu patları ile aralarında kimyasal bir bağlantının kurulması hedeflenmektedir. Bu konu ile ilgili çalışmalar devam etmektedir (Hiraishi ve ark., 2005).

Tay ve ark. (2005c; 2005d) Resilon'un guta perkaya nazaran alkaline ve enzimatik hidrolize daha duyarlı olduğunu göstermişlerdir. Araştırmacılar tükürükte bulunan veya inatçı periapikal lezyonlar ile ilişkisi bulunan

Pseudomonas aeruginosa, *Enterococcus faecalis* ve çeşitli *Actinomyces* üyelerinin salgıladığı hidrolitik enzimler olan lipaz PS ve kolesterol esteraz enzimleri karşısında Resilon'un biyolojik olarak yıkıma uğradığını göstermişlerdir.

Resilon kanal dolgu materyalinin fiziksel özelliğini geliştirmeye yönelik son çalışmalarda, materyalin polikaprolakton ve üretan dimetakrilat bileşenlerinden oluşan iç ve dış yapısının farklı akışkanlık özelliklerine sahip olması hedeflenmektedir. Buna göre materyalin iç yapısının daha düşük erime kabiliyetine sahip olması ve daha sağlam bir yapı oluşturması düşünülmektedir. Bununla beraber yüksek erime kabiliyetine sahip olacak dış yapı ile şekillendirilebilme özelliğinin artırılması planlanmaktadır (Jia, 2005).

Araştırmamızın bulguları ışığında, biyolojik olarak uyumlu özellikler gösteren ve apikal sızdırmazlık açısından AH Plus ve guta perka kombinasyonu ile benzer bir performans gösteren Epiphany ve Resilon kanal dolgu sisteminin bu yönlerden klinik kullanım için uygun sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Fakat hem biyolojik hem de diğer fiziksel özellikler yönünden materyalin daha iyi anlaşılabilmesi için daha ileri çalışmalara hala ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca uzun dönemli klinik çalışmaların da materyal ile ilgili en değerli sonuçları vereceği şüphesizdir.

6. SONUÇLAR

Araştırmamızda, Epiphany-Resilon kanal dolgu sisteminin biyolojik uyumluluğu ratların subkütanöz dokularında histopatolojik olarak incelenirken, apikal sızdırmazlık özelliği in vitro olarak bilgisayar kontrollü sıvı filtrasyon tekniği ile değerlendirildi. Araştırmamızın verilerine dayanarak şu sonuçlara ulaşıldı:

1. İncelenen tüm zaman aralıklarında, dönem içi değerlendirmede teflon, Epiphany, guta perka ve Resilon materyallerinin biyolojik uyumlulukları açısından istatistiksel olarak belirgin bir fark yoktur ($p>0,05$). Bir haftalık dönemde reaksiyonlar Grade 2 ve Grade 3 şiddetinde yoğunlaşırken, dört ve sekiz haftalık dönemlerde Grade 1 ve Grade 0 düzeylerine gerilemiştir.

2. Epiphany ve Resilon materyalleri sırasıyla; bir ve dört haftalık dönemler arasında ($p<0,05$; $p<0,01$), bir ve sekiz haftalık dönemler arasında ($p<0,01$; $p<0,001$) stromal iltihabi hücre infiltrasyonu açısından belirgin bir azalma göstermişlerdir. Dört ve sekiz haftalık dönemler arasında belirgin bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

3. Epiphany ve Resilon materyalleri, mast hücre infiltrasyonu açısından bir ve sekiz haftalık dönemler arasında, yine dört ve sekiz haftalık dönemler arasında belirgin bir azalma göstermişlerdir ($p<0,001$). Bir ve dört haftalık dönemler arasında belirgin bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

4. Epiphany ve Resilon materyalleri için, vasküler proliferasyon derecesi açısından bir ve dört haftalık dönemler arasında (Epiphany için $p<0,05$; Resilon için $p<0,001$), bir ve sekiz haftalık dönemler arasında ($p<0,001$) ve dört ve sekiz haftalık dönemler arasında ($p<0,05$) belirgin bir fark bulunmuştur.

5. Epiphany ve Resilon materyalleri için, fibroblast proliferasyon derecesi açısından bir ve dört haftalık dönemler arasında ($p<0,01$), bir ve sekiz haftalık dönemler arasında ($p<0,001$) ve dört ve sekiz haftalık dönemler arasında (Epiphany için $p<0,05$; Resilon için $p<0,01$) belirgin bir fark bulunmuştur.

6. Epiphany ve Resilon materyalleri için, multinükleer dev hücre varlığı açısından bir ve dört haftalık, bir ve sekiz haftalık dönemler arasında belirgin bir fark bulunmuştur ($p<0,01$). Dört ve sekiz haftalık dönemler arasında belirgin bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

7. Epiphany ve Resilon materyalleri için, granülasyon dokusunun varlığı açısından bir ve dört haftalık dönemler arasında ($p<0,001$), bir ve sekiz haftalık dönemler arasında (Epiphany için $p<0,001$; Resilon için $p<0,05$) belirgin bir fark bulunmuştur. Dört ve sekiz haftalık dönemler arasında belirgin bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

8. Epiphany kanal dolgu patı ve Resilon kanal dolgu materyali biyolojik olarak uyumlu özellikler göstermişlerdir.

9. Tüm çalışma grupları içerisinde en fazla sızıntıyı AH Plus ve Resilon kombinasyonu göstermiştir. Fakat sadece Epiphany ve gutta perka kombinasyonu ile bu grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

10. Epiphany ve Resilon kombinasyonu, tüm çalışma grupları içerisinde küçükten büyüğe sıralama yapıldığında üçüncü sırada mikrosızıntı değerleri göstermiştir ve ikinci grup olan AH Plus-gutta perka kombinasyonu ile değerleri birbirine çok yakındır. İstatistiksel değerlendirme sonucunda ise Epiphany-Resilon grubu ile diğer tüm gruplar arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0,05$).

11. Aynı kor materyaline sahip gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucunda guta perka materyalinin Resilon materyalinden daha üstün olduğu sonucuna varıldı. İstatistiksel değerlendirme sonucunda ise sadece Epiphany-guta perka kombinasyonu, AH Plus-Resilon kombinasyonundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az mikrosızıntı değeri göstermiştir ($p<0,05$).

7. KAYNAKLAR

ADA (American Dental Association). (1982). Biological Evaluation of Dental Materials. New York: Document No. 41.

AHLBERG K.M.F., TAY W.M. (1998). A methacrylate-based cement used as a root sealer. *Int. Endod. J.* **31**: 15-21.

ALAÇAM, T. (2000). Endodonti. 2. Baskı. Ankara: Barış Yayınları, Bölüm 16.

AZAR, N. G., HEIDARI, M., BAHRAMI, Z. S., SHOKRI, F. (2000). In vitro cytotoxicity of a new epoxy resin root canal sealer. *J. Endodon.* **26**: 462-465.

BARKHORDAR R. A. (1989). Evaluation of antimicrobial activity in vitro of ten root canal sealers on streptococcus sangius and streptococcus mutans. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **68**: 770-772.

BARNETT F., TROPE M. (2004). Resilon: A novel material to replace gutta percha. *Compend. Contin. Educ. Dent. (Suppl).* **1**: 16-19.

BAYIRLI G. (1990). Pratik Endodonti. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayın No: 72.

BAYIRLI G. (1998). Endodontik Tedavi 1. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi. s.:399-495.

BEATTY, R. G., ZAKARIASEN, K. L. (1984). Apical leakage associated with three obturation techniques in large and small root canals. *Int. Endod. J.* **17**: 67-72.

BRATEL J., JONTELL M., DAHLGREN U., BERGENHOLTZ G. (1998). Effects of root canal sealers on immunocompetent cells in vitro and in vivo. *Int. Endod. J.* **31**:178-188.

BROWN, R. C., JACKSON, C. R., SKIDMORE, A. E. (1994). An evaluation of apical leakage of a glass ionomer root canal sealer. *J. Endodon.* **20**: 288-291.

COHEN S., BURNS R. C. (1974). Pathways of the Pulp. Saint Louis: The C. V. Mosby Comp.

CONDON, J. R., FERRACANE, J. L. (2000). Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. *J. Am. Dent. Assoc.* **131**: 497-503.

CRAIG, R. G., POWERS, J. M. (2002). Restorative Dental Materials. 11th Ed. St Louis: Mosby. p.: 141.

CRONBACH, L. J. (1990). Essentials of Psychological Testing. 5th Ed. New York: Harper Collins Publishers Inc. p.: 96-100.

ÇOBANKARA, F. K., ADANIR, N., BELLİ, S., PASHLEY, D. H. (2002). A quantitative evaluation of apical leakage of four root canal sealers. *Int. Endod. J.* **35**: 979-984.

DAVIDSON, C. L., DE GEE, A. J., FEILZER, A. J. (1984). The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J. Dent. Res.* **63**: 1396-1399.

DE SOUZA COSTA C. A., TEIXEIRA H. M., LOPES NASCIMENTO A. B. D., HEBLING J. (2000). Biocompatibility of two current adhesive resins. *J. Endodon.* **26**: 512-516.

DERKSON, G. D., PASHLEY D. H., DERKSON M. E. (1986). Microleakage measurement of selected restorative materials: A new in vitro method. *J. Prosthet. Dent.* **56**: 435-440.

DIRECTOR, R. C., RABINOWITZ, J. L., MILNE R. S. (1982). The short-term sealing properties of lateral condensation, vertical condensation and Hydron using C human serum albumin. *J. Endodon.* **8**: 149-151.

ECONOMIDES N., KOTSAKI-KOVATSI V. P., POULOPOULOS A., KOLOKURIS I., ROZOS G., SHORE R. (1995). Experimental study of the biocompatibility of four root canal sealers and their influence on the zinc and calcium content of several tissues. *J. Endodon.* **21**: 122-127.

ELDENİZ A. Ü., ERDEMİR A., BELLİ S. (2005). Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *J. Endodon.* **31**: 293-296.

ERDEMİR A. (2002). "Çözücüye daldırılarak şekillendirilmiş guta-perka" tekniğinde kullanılan kloroform ve halotanın, guta-perkanın biyolojik

uyumluluğuna ve apikal sızdırmazlığına etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

FERRACANE, J. L. (2005). Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent. Mater.* **21**: 36-42.

FOGEL, H. M. (1995). Microleakage of posts used to restore endodontically treated teeth. *J. Endodon.* **21**: 376-379.

FUSS Z., CHARNIAQUE O., PILO R., WEISS E. (2000). Effect of various mixing ratios on bacterial properties and hardness of endodontic sealers. *J. Endodon.* **26**: 519-521.

GOLDMAN M., DE VITRE R., PIER M. (1984). The effect of the dentin smeared layer on the tensile strength of cemented posts. *J. Prosthet. Dent.* **52**: 485-488.

GOLDMAN, M., SIMMONDS, S., RUSH, R. (1989). The usefulness of dye penetration studies reexamined. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **67**: 327-332.

GÖRDUYSUS M. Ö., ETİKAN İ., GÖKÖZ A. (1998). Histopathological evaluation of the tissue reactions to Endo-Fill root canal sealant and filling material in rats. *J. Endodon.* **24**: 194-196.

GROSSMAN L. I. (1974). Endodontic Practice. Philadelphia: Lea and Febiger. p.: 297.

GROSSMAN L. I. (1988). Endodontic Practice. Philadelphia: Lea and Febiger. p.: 242-270.

GULATI N., CHANDRA S., AGGARWAL P. K., JAISWAL J. N., SINGH M. (1991). Cytotoxicity of eugenol in sealer containing zinc-oxide. *Endod. Dent. Traumatol.* **7**: 181-185.

GÜLŞAHI, K. (2004). İki farklı kök kanal preparasyonu (Profile ve Great Taper dönen enstrumanlar) sonrası uygulanan kor taşıyıcı kök kanal dolgu sisteminin (Thermafil-GT obturatör) duvar adaptasyonu ve apikal sızıntı yönünden incelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

HAIKEL, Y., WITTENMEYER, W., BATEMAN, G., BENTALEB, A., ALLEMAN, C. (1999). A new method for the quantitative analysis of endodontic microleakage. *J. Endodon.* **25**: 172-177.

HAMMOND, R. M. S., MEYERS, I. A. (1992). A laboratory investigation of a composite resin/dentine bonding agent mixture used as a root canal sealer. *Aust. Dent. J.* **37**: 178-184.

HANSEN, S., MONTGOMERY S. (1993). Effect of restoration thickness on the sealing ability of TERM. *J. Endodon.* **19**: 448-452.

HARTY F. J. (Çevirenler: Bağcı Ş. B., Tekkök İ. H.) (1981). Klinik Uygulamada Endodonti. Ankara: Dr. İbrahim Çağlayan Mezuniyet sonrası Eğitimi ve Bilimsel Araştırma Vakfı Yayınları No: 2.

HASCHKE, E. (2004). *Adhesive endodontic cones and related methods*. United States Patent & Trademark Office, United States Patent Application 20040202986, October 14, 2004.

HAUMAN, C. H. J., LOVE, R. M. (2003). Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 2. Root-canal-filling materials. *Int. Endod. J.* **36**: 147-160.

HEIL, J., REIFFERSCHIED, G., WALDMANN, P., LEYHAUSEN, G., GEURTSSEN, W. (1996). Genotoxicity of dental materials. *Mutation Res.* **368**: 181-194.

HIRAISHI, N., PAPACCHINI, F., LOUSHINE, R. J., WELLER, R. N., FERRARI, M., PASHLEY, D. H., TAY, F. R. (2005). Shear bond strength of Resilon to a methacrylate-based root canal sealer. *Int. Endod. J.* **38**: 753-763.

HOLLAND R., DE SOUZA V., NERY M. J., BERNABE P. F. E., FILHO J. A. O., DEZAN JUNIOR E., MURATA S. S. (2002). Calcium salts deposition in rat connective tissue after the implantation of calcium hydroxide-containing sealers. *J. Endodon.* **28**: 173-176.

HOLLAND, R., DE SOUZA, V., NERY, M. J., DE MELLO, W., BERNABE, P. F. E., OTOBONI FILHO, J. A. (1982). Reaction of rat connective tissue to gutta-percha and silver points. A long-term histological study. *Aust. Dent. J.* **27**: 224-226.

HORNING, T. G., KESSLER J. R. (1995). A comparison of three different root canal sealers when used to obturate a moisture-contaminated root canal system. *J. Endodon.* **21**: 354-357.

IMAI, Y., KOMABAYASHI, T. (2003). Properties of a new injectable type of root canal filling resin with adhesiveness to dentin. *J. Endodon.* **29**: 20-23.

INGLE J. I., BEVERIDGE E. E. (1976). Endodontics. Philadelphia: Lea and Febiger. p.:216.

INGLE J. I., LUEBKE R. G., ZIDEL J. D., WALTON R. E., TAINTOR J. F. (1985). Obturation of the radicular space. *Endodontics*. INGLE J. I., TAINTOR J. F. 3rd Ed. Philadelphia: Lea and Febiger. p.: 223-307.

JIA, W. T. (2005). *Dental filling material*. United States Patent & Trademark Office, United States Patent Application 20050066854, March 31, 2005.

KAPLAN A. E., ORMAECHEA M. F., PICCA M., CANZOBRE M. C., UBIOS A. M. (2003). Rheological properties and biocompatibility of endodontic sealers. *Int. Endod. J.* **36**: 527-532.

KARAGÖZ KÜÇÜKAY, I. (1991). Endodonti'de apikal sızıntı inceleme yöntemleri. *D. Ü. Diş Hek. Fak. Derg.* **2-3**: 65-79.

KARDON, B. P., KUTTLER, S., HARDIGAN, P., DORN, S. O. (2003). An in vitro evaluation of the sealing ability of a new root-canal-obturation system. *J. Endodon.* **29**: 658-661.

KATAOKA, H., YOSHIOKA, T., SUDA, H., IMAI, Y. (2000). Dentin bonding and sealing ability of a new root canal resin sealer. *J. Endodon.* **26**: 230-235.

KAYAOĞLU G., ERTEN H., ALAÇAM T., ORSTAVIK D. (2005). Short-term antibacterial activity of root canal sealers towards *Enterococcus faecalis*. *Int. Endod. J.* **38**: 483-488.

KIM J. S., BAEK S. H., BAE K. S. (2004). In vivo study on the biocompatibility of newly developed calcium phosphate-based root canal sealers. *J. Endodon.* **30**: 708-711.

KING, K. T., ANDERSON, R., PASHLEY, D. H., PANTERA, E. (1990). Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings. *J. Endodon.* **16**: 307-310.

KOCH, M. J., STAEHLE, H. J. (1997). Formaldehyde release from dental materials. *Dtsch. Zahnarztl.* **52**: 778-782.

KOKORIKOS, I., KOLOKOURIS, I., ECONOMIDES, N., GOGOS, C., BELTES, P. (2005). Comparative study of sealing ability of a new resin-based root canal sealer. *Int. Endod. J.* Preprint from **38**: 11 (R29).

KOLOKOURIS I., BELTES P., ECONOMIDES N., VLEMMAS I. (1996). Experimental study of the biocompatibility of a new glass-ionomer root canal sealer (Ketac-Endo). *J. Endodon.* **22**: 395-398.

KOLOKOURIS I., ECONOMIDES N., BELTES P., VLEMMAS I. (1998). In vivo comparison of the biocompatibility of two root canal sealers implanted into the subcutaneous connective tissue of rats. *J. Endodon.* **24**: 82-85.

KRELL, K. F., WEFEL, J. S. (1984). A calcium phosphate cement root canal sealer-scanning electron microscopic analysis. *J. Endodon.* **10**: 571-576.

LEE, K. W., WILLIAMS, M. C., CAMPS, J. J., PASHLEY, D. H. (2002). Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J. Endodon.* **28**: 684-688.

LEONARD J.E., GUTMANN J.L., GUO I.Y. (1996). Apical and coronal seal of roots obturated with a dentin bonding agent and resin. *Int. Endod. J.* **29**: 76-83.

LEONARDO M. R., DA SILVA L. A. B., FILHO M. T., BONIFACIO K. C., ITO I. Y. (2000). In vitro evaluation of antimicrobial activity of sealers and pastes used in endodontics. *J. Endodon.* **26**: 391-394.

LEONARDO, M. R., DA SILVA, L. A., ALMEIDA; W. A., UTRILLA, L. S. (1999). Tissue response to an epoxy resin-based root canal sealer. *Endod. Dent. Traumatol.* **15**: 28-32.

LIMKANGWALMONGKOL, S., BURTSCHER, P., ABBOTT, P. V., SANDLER, A. B., BISHOP B. M. (1991). A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. *J. Endodon.* **17**: 495-499.

MASTERS, J., HIGA, R., TORABINEJAD, M. (1995). Effects of vacuuming on dye penetration patterns in root canals and glass tubes. *J. Endodon.* **21**: 332-334.

MASUDA, Y. M., WANG, X., HOSSAIN, M., UNNO, A., JAYAWARDENA, J. A., SAITO, K., NAKAMURA, Y., MATSUMOTO, K. (2005). Evaluation of

biocompatibility of mineral trioxide aggregate with an improved rabbit ear chamber. *J. Oral Rehabil.* **32**: 145-150.

MATTISON, G. D., FRAUNHOFER J. A. (1983). Electrochemical microleakage study of endodontic sealer/cements. *Oral Surg.* **55**: 402-407.

MCMICHEN F. R. S., PEARSON G., RAHBARAN S., GULABIVALA K. (2003). A comparative study of selected physical properties of five root-canal sealers. *Int. Endod. J.* **36**: 629-635.

MELLO I., ROBAZZA C. R. C., ANTONIAZZI J. H. (2004). Influence of Er: YAG laser irradiation on apical sealing of four different sealers. *Braz. Dent. J.* **15**: 190-193.

MERYON, S. D., BROOK, A. M. (1990). In vitro comparison of the cytotoxicity of twelve endodontic materials using a new technique. *Int. Endod. J.* **23**: 203-210.

MILETIC I., ANIC I., PEZELJ-RIBARIC S., JUKIC S. (1999). Leakage of five root canal sealers. *Int. Endod. J.* **32**: 415-418.

MILETIC I., JUKIC S., ANIC I., ZELJEZIC D., GARAJ-VRHOVAC V., OSMAK M. (2003). Examination of cytotoxicity and mutagenicity of AH 26 and AH Plus sealers. *Int. Endod. J.* **36**: 330-335.

MILETIC, I., PRPIC-MEHICIC, G., MARSAN, T., TAMBIC-ANDRASEVIC, A., PLESKO, S., KARLOVIC, Z., ANIC, I. (2002a). Bacterial and fungal microleakage of AH 26 and AH Plus root canal sealers. *Int. Endod. J.* **35**: 428-432.

MILETIC, I., RIBARIC, S. P., KARLOVIC, Z., JUKIC, S., BOSNJAK, A., ANIC, I. (2002b). Apical leakage of five root canal sealers after one year of storage. *J. Endodon.* **28**: 431-432.

MOLLOY D., GOLDMAN M., WHITE R. R., KABANI S. (1992). Comparative tissue tolerance of a new endodontic sealer. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **73**: 490-493.

NGUYEN N. T. (1991). Obturation of the root canal system. *Pathways of the Pulp*. COHEN S., BURNS R. C. 5th Ed. St Louis: Mosby Year Book, Inc. p.: 193-282.

NGUYEN N. T. (1994). Obturation of the root canal system. *Pathways of the Pulp*. COHEN S., BURNS R. C. 6th Ed. St Louis: Mosby Year Book, Inc. p.: 219-271.

OLSSON B., SLIWKOWSKI A., LANGE LAND K. (1981). Subcutaneous implantation for the biological evaluation of endodontic materials. *J. Endodon.* **7**: 355-369.

ORSTAVIK D., NORDAHL I., TIBBALLS J. E. (2001). Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent. Mater.* **17**: 512-519.

ORUÇOĞLU, H., ŞENGÜN, A., YILMAZ, N. (2005). Apical leakage of resin based root canal sealers with a new computerized fluid filtration meter. *J. Endodon.* **31**: 886-890.

PASCON, E. A., LEONARDO, M. R., SAFAVI, K., LANGE LAND, K. (1991). Tissue reaction to endodontic materials: Methods, criteria, assessment and observations. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **72**: 222-237.

PASCON, E. A., SPANGBERG, L. S. (1990). In vitro cytotoxicity of root-canal-filling materials. Part 1. Gutta-percha. *J. Endodon.* **16**: 429-433.

PEKER, D. (1990). Traitement Spad'ın klinik histopatolojik mikrobiyolojik ve apikal sızdırmazlık yönünden incelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

PETERS, L. B., HARRISON, J. W. (1992). A comparison of leakage of filling materials in demineralized and non-demineralized resected root ends under vacuum and non-vacuum conditions. *Int. Endod. J.* **25**: 273-278.

PHILLIPPS R. W. (1991). Biological consideration in use of dental materials. *Skinner's Science of Dental Materials* 9th Ed., Indiana: W. B. Saunders Company.

PORKAEW, P., RETIEF, D. H., BARFIELD, R. D., LACEFIELD, W. R., SOONG S. (1990). Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. *J. Endodon.* **8**: 369-374.

RAWLINSON A. (1989). Sealing root canal with low-viscosity resins in vitro: a scanning electron microscopy study of canal cleansing and resin adaptation. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **68**: 330-338.

SALEH, I. M., RUYTER, I. E., HAAPASALO, M., ORSTAVIK, D. (2003). Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *J. Endodon.* **29**: 595-601.

SELTZER S. (1988). Endodontology Biologic Considerations in Endodontic Procedures. Philadelphia: Lea and Febiger. p.: 281-318.

SERENE, T. P., VESELY, J., BOACKLE, R. J. (1988). Complement activation as a possible in vitro indication of the inflammatory potential of endodontic materials. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **65**: 354-357.

SEVEN, N., KIRZIOĞLU, Z. (1989). Kök kanal dolgu maddesi olarak polikarboksilat siman, cam iyonomer siman ve AH 26'nın apikal sızıntılarının karşılaştırılması. *Ege Diş Hek. Fak. Derg.* **4**: 91-98.

SEVİMAY S., KALAYCI A. (2005). Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentine of two resin-based sealers. *J. Oral Rehabil.* **32**: 105-110.

SHIPPER G., ORSTAVIK D., TEIXEIRA F. B., TROPE M. (2004). An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J. Endodon.* **30**: 342-347.

SHIPPER G., TEIXEIRA F. B., ARNOLD R. R., TROPE M. (2005). Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or Resilon. *J. Endodon.* **31**: 91-96.

SJOGREN, U., SUNDQVIST, G., NAIR, P. N. R. (1995). Tissue reaction to gutta-percha particles of various sizes when implanted subcutaneously in guinea pigs. *Eur. J. Oral Sci.* **103**: 313-321.

SOUSA, C. J. A., LOYOLA, A. M., VERSIANI, M. A., BIFFI, J. C. G., OLIVEIRA, R. P., PASCON, E. A. (2004). A comparative histological evaluation of the biocompatibility of materials used in apical surgery. *Int. Endod. J.* **37**: 738-748.

SPANGBERG, L. (1969). Biological effects of root-canal filling materials. Part 7. Reaction of bony tissue to implanted root-canal-filling material in guinea pigs. *Odontol. Tidskr.* **77**: 133-159.

SPANGBERG L. S. W. (1990). *Experimental Endodontics*. 1st Ed. Boca Raton, Florida: CRC Pres Inc, Chapter 8.

SPANGBERG, L. (1999). Endodontic treatment of teeth without apical periodontitis. *Essential Endodontology*. ORSTAVIK, D., PITT FORD, T. R. 2nd Ed. Cambridge, UK: Blackwell Science. p.: 228.

SPANGBERG, L. S., ACIERNO, T. G., YONGBUM CHA, B. (1989). Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. *J. Endodon*. **15**: 548-551.

SPANGBERG, L. S., BARBOSA, S. V., LAVIGNE, G. D. (1993). AH 26 releases formaldehyde. *J. Endodon*. **19**: 596-598.

STANLEY, H. R. (1985). *Toxicity Testing of Dental Materials*. 1st Ed. Miami, FL, USA: CRC Pres.

SUNZEL, B., SODERBERG, T. A., JOHANSSON, A., HALLMANS, G., GREF, R. (1997). The protective effect of zinc on rosin and resin acid toxicity in human polymorphonuclear leukocytes and human gingival fibroblasts in vitro. *J. Biomed. Mater. Res*. **37**: 20-28.

TAGGER, M., TAGGER, E., TJAN, A. H., BAKLAND, L. K. (2003). Shearing bond strength of endodontic sealers to gutta-percha. *J. Endodon*. **29**: 191-193.

TARANU, R., WEGERER, U., ROGGENDORF, M. J., EBERT, J., PETSCHLT, A., FRANKENBERGER, R. (2005). Leakage analysis of three modern root filling materials after 90 days of storage. *Int. Endod. J.* Preprint from **38**: 11 (R31).

TAY, F. R., LOUSHINE, R. J., LAMBRECHTS, P., WELLER, R. N., PASHLEY, D. H. (2005a). Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: A theoretical model approach. *J. Endodon*. **31**: 584-589.

TAY, F. R., LOUSHINE, R. J., WELLER, R. N., KIMBROUGH, W. F., PASHLEY, D. H., MAK, Y. F., LAI, C. N. S., RAINA, R., WILLIAMS, M. C. (2005b). Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *J. Endodon*. **31**: 514-519.

TAY, F. R., PASHLEY, D. H., WILLIAMS, M. C., RAINA, R., LOUSHINE, R. J., WELLER, R. N., KIMBROUGH, W. F., KING, N. M. (2005c). Susceptibility

of a polycaprolactone-based root canal filling material to degradation. I. Alkaline hydrolysis. *J. Endodon.* **31**: 593-598.

TAY, F. R., PASHLEY, D. H., YIU, C. K. Y., YAU, J. Y. Y., YIU-FAI, M., LOUSHINE, R. J., WELLER, R. N., KIMBROUGH, W. F., KING, N. M. (2005d). Susceptibility of a polycaprolactone-based root canal filling material to degradation. II. Gravimetric evaluation of enzymatic hydrolysis. *J. Endodon.* **31**: 737-741.

TEIXEIRA, F. B., TEIXEIRA, E. C. N., THOMPSON, J. Y., TROPE, M. (2004). Fracture resistance of endodontically treated roots using a new type of resin filling material. *J. Am. Dent. Assoc.* **135**: 646-652.

TIMPAWAT, S., VONGSAVAN, N., MESSER, H. H. (2001). Effect of removal of the smear layer on apical microleakage. *J. Endodon.* **27**: 351-353.

TORABINEJAD, M., RASTEGAR, A. F., KETTERING, J. D., PITT FORD, R. T. (1995). Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J. Endodon.* **21**: 109-112.

VIVACQUA-GOMES, N., FERRAZ, C. C. R., GOMES, B. P. F. A., ZAIA, A. A., TEIXEIRA, F. B., SOUZA-FILHO, F. J. (2002). Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. *Int. Endod. J.* **35**: 791-795.

WOLFSON, E. M., SELTZER, S. (1975). Reaction of rat connective tissue to some gutta-percha formulations. *J. Endodon.* **1**: 395-402.

WU, M. K., DE GEE, A. J., WESSELINK, P. R., MOORER, W. R. (1993). Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int. Endod. J.* **26**: 203-208.

WU, M. K., VAN DER SLUIS, L. W. M., ARDILA, C. N., WESSELINK, P. R. (2003). Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. *Int. Endod. J.* **36**: 533-540.

WU, M. K., WESSELINK, P. R., BOERSMA, J. (1995). A 1-year follow up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. *Int. Endod. J.* **28**: 185-189.

ZAİMOĞLU, L., ŞAKLAR, F., ASLAN, B., KALAYCI, A., TOPBAŞ, C., ÇETİNKAYA, N. (1995). Bir cam iyonomer esaslı kanal dolgu patının apikal

sızıntı yönünden değerlendirilmesi. Otoradyografi çalışması. *A. Ü. Diş Hek. Fak. Derg.* **22**: 19-22.

ZIDAN O., EL DEEB M.E. (1985). The use of a dentinal bonding agent as a root canal sealer. *J. Endodon.* **11**: 176-178.

ZMENER O. (2004). Tissue response to a new methacrylate-based root canal sealer: Preliminary observations in the subcutaneous connective tissue of rats. *J. Endodon.* **30**: 348-351.

ZMENER, O., DOMINGUEZ, F. V. (1983). Tissue response to a glass ionomer used as an endodontic cement. *Oral Surg.* **56**: 198-205.

ZMENER, O., SPIELBERG, C., LAMBERGGHINI, F., RUCCI, M. (1997). Sealing properties of a new epoxy resin-based root-canal sealer. *Int. Endod. J.* **30**: 332-334.