

Haziran, 2026

ENDODONTİ ALANINDA TEORİ VE UYGULAMALAR



EDİTÖR
DOÇ. DR. ELİF ESRA ÖZMEN ÜNÜVAR

Endodonti Alanında Teori ve Uygulamalar

Editör

Doç. Dr. Elif Esra Özmen Ünüvar

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Editör
Doç. Dr. Elif Esra Özmen Ünüvar
Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım
Haziran, 2026

Yayımcı Sertifika No
45813

ISBN
978-625-8519-29-2

©copyright
Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir. Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Adres: Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B, 06480, Mamak,
Ankara, Türkiye.

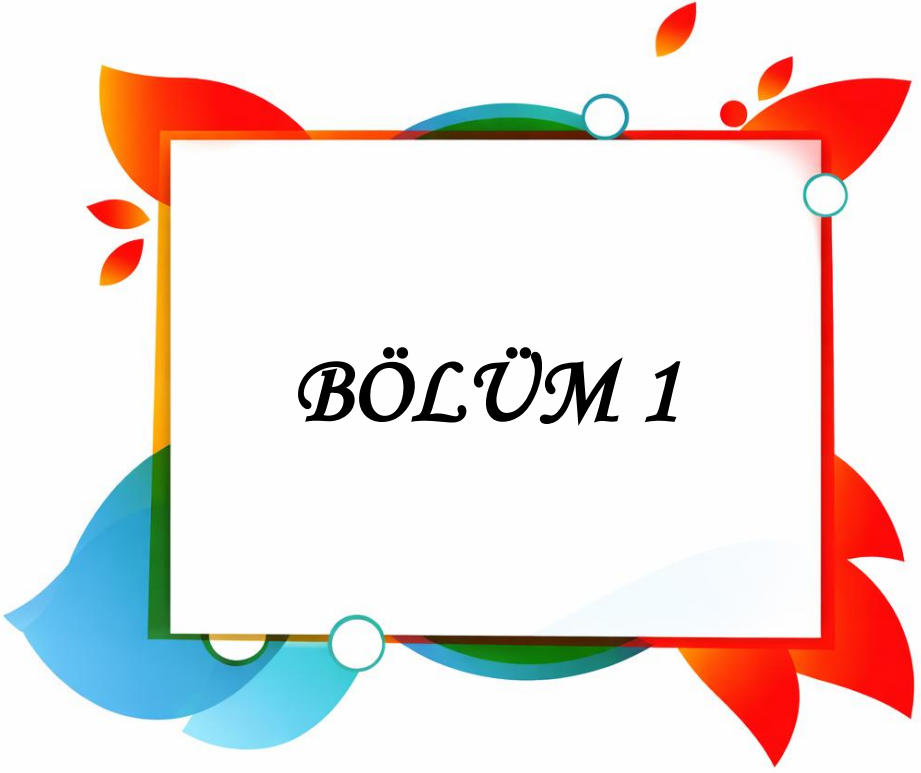
Telefon: +90 312 390 1 118
web: www.platanuspublishing.com
e-mail: platanuskita@gmail.com



Platanus Publishing®

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1.....	5
Retreatment: Başarısızlık Nedenleri, Teşhis Yöntemleri ve Tedavi Protokolleri	
Doğuş Bayraktar	
BÖLÜM 2.....	19
Endodontide Geriatrik Hastalarda Güncel Yaklaşımlar	
Türkan Özpinar & Fatoş Albayrak & Demet Altunbaş & Recai Zan	
BÖLÜM 3.....	45
Endodontide Başarısızlık Nedenleri	
Aybüke İnel & Safa Kurnaz	
BÖLÜM 4.....	65
Kalsiyum Silikat Esaslı Kök Kanal Dolgu Materyalleri	
Tuğçe Nur Vezirhan & Betül Güneş & Kübra Yeşildal Yeter	



BÖLÜM 1

Retreatment: Başarısızlık Nedenleri, Teşhis Yöntemleri ve Tedavi Protokolleri

Doğuş Bayraktar¹

1. Giriş

Kök kanal tedavisi, modern endodontinin temel taşlarından biri olmaya devam etmekte ve doğru endikasyon ile uygun koşullarda yüksek başarı oranlarına ulaşabilmektedir. Kök kanal tedavisinin klinik ve radyografik başarı oranı %82 ile %92,6 düzeyinde bildirilmektedir (Burns vd., 2022). Bununla birlikte başarısız vakalar klinik pratikte kaçınılmaz olarak karşılaşılan bir gerçekliktir. Başarısız endodontik tedavilerde alternatif yaklaşımlar arasında ortograd retreatment, cerrahi retreatment ve diş çekimi bulunmaktadır ancak günümüz endodonti pratiği konservatif tutum doğrultusunda ortograd retreatment birincil tedavi olarak değerlendirmektedir (Torabinejad vd., 2009; Kvist & Reit, 2000).

Ortograd retreatment daha önce tedavi edilmiş ve tedavinin başarısız olduğu bir dişte, tekrar kök kanal sistemine ulaşarak eski kök kanal dolgu materyalinin uzaklaştırılmasını, kanalın yeniden kemo-mekanik olarak hazırlanmasını ve yeniden obtürasyonunu kapsayan karmaşık bir tedavi sürecidir (Torabinejad vd., 2009). Bu bölümde endodontik başarısızlığın etiyolojisini ve mikrobiyolojik temellerini, CBCT'nin tanısal rolünü, dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında kullanılan enstrümantasyon ve yardımcı teknikleri, kanal içi medikament seçeneklerini, komplikasyonların yönetimini ve retreatmentin sonuçlarını belirleyen prognostik faktörleri güncel kanıt ışığında sistematik biçimde ele alınmaktadır.

2. Endodontik Başarısızlığın Etiyolojisi

Kök kanal tedavisinin başarısız olmasına yol açan faktörler biyolojik ve teknik olmak üzere iki ana kategoride ele alınmaktadır. Teknik yetersizliklerin biyolojik başarısızlığa zemin hazırladığı ve bu iki kategorinin karşılıklı etkileşim içinde olduğu bilinmektedir (Siqueira, 2001). Etiyolojik faktörlerin doğru saptanması, retreatment planlamasının vazgeçilmez ön koşulunu oluşturmaktadır.

¹ Arş. Gör., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0003-6143-9789

2.1. Biyolojik Nedenler

Periapikal dokunun iyileşememesi veya semptomların sürmesi büyük çoğunlukla kök kanal sisteminden elimine edilemeyen ya da yeniden kolonize olan mikroorganizmalarla ilişkilidir. Sekonder endodontik enfeksiyonlar, dünya genelinde yetişkinlerin yarısından fazlasını etkileyen yaygın bir patolojik durum olarak tanımlanmaktadır (Iliescu vd., 2025). Primer ve sekonder endodontik enfeksiyonların mikrobiyolojik florası arasında niteliksel farklılıklar gözlemlenmekte; sekonder enfeksiyonların daha az çeşitli ancak çevre koşullarına daha dirençli bir mikrobiyolojik flora içerdiği bildirilmektedir (Iliescu vd., 2025).

Persistan endodontik enfeksiyonlarda en sık tespit edilen mikroorganizma *Enterococcus faecalis*'tir. Bu gram-pozitif, fakültatif anaerobik bakterinin, sekonder enfeksiyonlardaki tespit sıklığı (%89,6) primer enfeksiyonlara (%67,5) kıyasla belirgin biçimde daha yüksek seyretmektedir (Yang vd., 2024). *E. faecalis*'in persistan endodontik enfeksiyonlarda bu denli yaygın olmasının temelinde; güçlü biyofilm oluşturma kapasitesi, dentin tübüllerine penetrasyon yeteneği, alkali ortama toleransı ve virülans faktörlerini aktive edebilme kapasitesi yatmaktadır (Yang vd., 2024). *E. faecalis*'in primer tedaviden sonra başarısızlıkla sonuçlanan olgularda, PCR analizi ile yaklaşık %79,5 oranında pozitif bulunduğu bildirilmektedir (Yang vd., 2024).

Retreatment gerektiren 50 vakalık bir kesitsel çalışmada, tek köklü dişlerde *E. faecalis* prevalansı araştırılmış; kök kanal tedavisi başarısızlığının en sık nedenleri arasında persistan enfeksiyonlar, bulunamayan kanallar ve anatomik yapının kompleksliği sayılmış olup *E. faecalis*'in başarısız vakalarda baskın mikroorganizma olduğu doğrulanmıştır (Sharma vd., 2025). *Fusobacterium nucleatum*, *Propionibacterium propionicum* ve *Candida albicans* gibi mikroorganizmaların da persistan endodontik enfeksiyonlarla ilişkili olduğu; yüzün üzerinde tür ve filotipin postenstrümantasyon örneklerinde tespit edilebildiği bildirilmektedir (Siqueira & Rôças, 2008). Ayrıca ekstradiküler enfeksiyonun, ortograd retreatmentla çözülemeyen persistan semptomlara yol açabileceği ve bu tür vakalarda cerrahi müdahalenin gerekliliği bilinmektedir (Sunde vd., 2003).

2.2. Teknik Nedenler

Endodontik tedavi başarısızlığının teknik nedenleri arasında; yetersiz kanal temizliği ve şekillendirmesi, kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak doldurulamaması, koronal sızıntı ve bulunamamış kanal varlığı en sık karşılaşılanlardır. CBCT ile 258 hastanın 876 kök kanal tedavili dişini geriye dönük olarak değerlendiren bir çalışmada, apikal periodontitis ile yetersiz kanal

dolgu kalitesi arasında güçlü bir ilişki saptanmış; bu bulgu endodontik protokollere sıkı biçimde uyulmasının vazgeçilmez olduğunu ortaya koymuştur (Diaconu vd., 2025). Koronal sızıntı da başarısızlığın önemli bir nedeni olarak öne çıkmakta; iyi bir kanal dolgusu varlığında dahi bakterilerin koronal bölgeden kök kanal sistemine girmesi başarısızlığa zemin hazırlayabilmektedir (Bukmir vd., 2022).

Enstrüman kırığı, perforasyon ve basamak oluşumu gibi prosedürel komplikasyonlar da tedavinin başarısız olmasına neden olabilmektedir. Nikel-titanyum döner aletin kırılması sık karşılaşılan bir komplikasyon olup kırık aletler apikal bölgeye erişimi engelleyerek yeterli debridmanı güçleştirmektedir (Rathod vd., 2024).

3. Endodontik Başarısızlığın Tanısı ve Retreatment Karar Süreci

Endodontik başarısızlık kavramının tanımlanması, farklı değerlendirme kriterleri kullanan çalışmalar arasında önemli metodolojik heterojenliğe yol açmaktadır. Radyografik kriterler kullanıldığında CBCT ile değerlendirilen başarı oranlarının %36 düzeyine inebildiği, diğer kriterlerle ise %88'e ulaşabildiği bildirilmektedir (Martins vd., 2025).

3.1. Klinik ve Radyografik Değerlendirme

Klinik değerlendirme; perküsyon ve palpasyon hassasiyeti, ağrı varlığı, mobilite artışı, sinüs yolu ve şişlik gibi bulgular ile ağız içi radyografiler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. CBCT görüntülemenin periapikal radyografiye kıyasla periapikal lezyon tespitinde iki katlı üstünlük sağladığı rapor edilmekle birlikte, kök kanal tedavili dişlerde tanısal doğruluğunun bazı koşullarda sınırlı kalabileceği vurgulanmıştır (Sabeti vd., 2024). Avrupa Endodonti Derneği (ESE) 2023 klinik pratik kılavuzları, CBCT'nin rutin takipte değil konvansiyonel görüntülemenin yetersiz kaldığı ve ek tanısal bilginin klinik kararı belirleyici biçimde etkileyeceği durumlarla sınırlı tutulmasını tavsiye etmektedir; bu yaklaşım ALARA ilkesi doğrultusundadır (Draghici vd., 2025).

3.2. Retreatment mı, Cerrahi mi, Çekim mi?

Torabinejad ve ark. sistematik derlemesi, cerrahi retreatmentın kısa dönemde (2–4 yıl) %77,8 ile ortograd retreatmenta (%70,9) kıyasla daha yüksek başarı oranı sunduğunu; ancak uzun dönemde (4–6 yıl) ilişkinin tersine döndüğünü ve ortograd retreatmentın %83,0 başarı oranıyla cerrahiyi (%71,8) geride bıraktığını ortaya koymuştur (Torabinejad vd., 2009). Bu veriler, ortograd retreatmentın uzun vadede daha iyi prognoz sunduğuna işaret etmekte ve klinisyenlerin bu seçeneği ön planda tutmasını desteklemektedir.

Selektif retreatment anlayışı da son yıllarda dikkat çekmeye başlamış olup; 9 yıllık takip verisi sunulan bir olgu raporunda yalnızca başarısız köklerin selektif olarak tekrar tedavi edilmesinin minimal invaziv bir strateji olarak uygulanabilir ve etkili olduğu gösterilmiştir (Guerreiro Viegas & Santos, 2024). Dış çekimi ise vertikal kök kırığı, ileri periodontal kayıp veya dişin restore edilebilmesinin mümkün olmaması gibi koşullarda son seçenek olarak düşünülmelidir.

4. Kök Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılması

Retreatment prosedürünün en kritik ve teknik açıdan en zorlu aşaması, mevcut dolgu materyalinin kök kanal sisteminden uzaklaştırılmasıdır. Artık dolgu materyalinin varlığının retreatment başarısızlığına mutlak olarak yol açtığı kanıtlanmamış olsa da maksimum temizliğin sağlanması etkin kemo-mekanik yeniden debridman için ön koşul kabul edilmektedir (Soler-Doria vd., 2025).

4.1. Enstrümantasyon Yöntemleri

Tarihsel süreçte gutta-perka uzaklaştırılmasında K-tipi ve Hedström eğeler kullanılmıştır; ancak el aleti kullanımı zaman alıcı olup performansı yüksek oranda operatör deneyimine bağlıdır. NiTi döner sistemlerin endodonti pratiğine girmesiyle hız, etkinlik ve güvenlik açısından önemli avantajlar sağlanmıştır. 60 diş kapsayan ve CBCT değerlendirmesi içeren bir çalışmada döner NiTi aletlerin hem gutta-perka uzaklaştırma miktarı hem de işlem süresi açısından el aletlerine kıyasla anlamlı üstünlük sağladığı gösterilmiştir (Singh vd., 2024).

D-RaCe döner retreatment sisteminin Mtwo R ve Hedström eğelerle karşılaştırıldığı ve solvent etkisinin incelendiği bir çalışmada, solvent destekli D-RaCe sisteminin gutta-perka ve siman artıklarını kanal duvarlarından uzaklaştırmada en yüksek etkinliği sergilediği bildirilmiştir (Baig vd., 2023). Reciproc Blue, HyFlex EDM ve ProTaper retreatment aletlerini karşılaştıran bir in vitro çalışmada her üç sistemin de dolgu materyalini kısmen uzaklaştırabildiği, ancak apikal debris ekstrüzyonu bakımından istatistiksel farklılıklar sergilediği saptanmıştır (Abdelnaby vd., 2023). Gutta-perka uzaklaştırma etkinliğini farklı yöntemler açısından karşılaştıran bir in vitro çalışmada, döner aletler ve ultrasonik cihazların hem nicel etkinlik hem de niteliksel temizlik açısından diğer yöntemlerden üstün olduğu sonucuna varılmıştır (Neelima vd., 2024).

NiTi döner sistemlerin el aletlerine kıyasla daha iyi performans gösterdiği; ancak hiçbir sistemin kök kanal sisteminden dolgu materyalini tam olarak uzaklaştıramadığı geniş kapsamlı bir sistematik derleme ile ortaya konmuştur (Soler-Doria vd., 2025).

4.2. Solventlerin Kullanımı

Solventler, gutta-perkayı yumuşatarak mekanik uzaklaştırmayı kolaylaştırmak amacıyla retreatment protokollerine dahil edilmektedir. Klinik pratikte en yaygın kullanılan solventler kloroform, ksilen, ökaliptol ve portakal yağıdır. Kloroform, gutta-perkayı en hızlı ve en etkili biçimde çözen solvent olarak tanımlanmış ve altın standart kabul görmüş; ancak potansiyel karsinojenitesi nedeniyle kullanımı kısıtlanmıştır (Aminsobhani vd., 2022). Ksilen, kloroform kadar etkili gutta-perka çözücülük kapasitesi sunmakla birlikte merkezi sinir sistemi üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle dikkatli kullanım gerektirmektedir (Aminsobhani vd., 2022).

Solvent kullanımının retreatment başarısına katkısını araştıran sistematik bir derleme, solvent kullanımının postoperatif ağrı düzeyi veya analjezik tüketimi üzerinde anlamlı fark yaratmadığını bildirmiştir (Shah vd., 2023). *E. faecalis* biyofilm modeli üzerinde solventlerin antimikrobiyal etkisini değerlendiren bir ex vivo çalışmada, test edilen tüm solventlerin gutta-perka uzaklaştırma sonrasında intrakanal mikrobiyal yükü %99'un üzerinde azalttığı saptanmış; kloroformun en güçlü antimikrobiyal etkiyi sergilediği, portakal yağının ise ksilenle karşılaştırılabilir sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Aminsobhani vd., 2022).

4.3. Tamamlayıcı Şekillendirme ve İrrigasyon Teknikleri

Oval ve düzensiz kesitli kanallarda standart döner enstrümantasyonun yetersiz kaldığı bölgelerde tamamlayıcı yöntemler giderek önem kazanmaktadır. XP-Endo Finisher R, EndoActivator, EDDY ve pasif ultrasonik irrigasyonun (PUI) oval kanallarda artık dolgu materyali uzaklaştırma etkinliğini SEM analizi ile karşılaştıran güncel bir çalışmada, tüm aktivasyon yöntemlerinin konvansiyonel iğne irrigasyonuna kıyasla daha iyi temizlik sağladığı; XP-Endo Finisher R ve PUI'nin koronal ve orta üçlükte en üstün performansı sergilediği bildirilmiştir (Güngördü vd., 2025). XP-Endo Finisher ve XP-Endo Finisher R'ın retreatment etkinliği ve debris ekstrüzyonu açısından karşılaştıran bir çalışmada, XP-Endo Finisher R'ın retreatment protokolüne özgü adaptasyonu nedeniyle tercih edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır (Andhavarapu vd., 2024).

Retreatment sürecinde irrigasyon protokolü, kemo-mekanik preparasyonun biyolojik boyutunu belirleyen en kritik unsurlardan biridir. Etkili bir irrigasyon protokolü; kök kanal dolgusu artıklarının uzaklaştırılmasına, smear tabakasının uzaklaştırılmasına ve persistan mikrobiyel yükün azaltılmasına katkıda bulunmaktadır.

Sodyum hipoklorit (NaOCl), geniş spektrumlu antimikrobiyal etkinliği, doku çözme kapasitesi ve biyofilm yıkım potansiyeliyle retreatment protokollerinin temel irrigantı olmaya devam etmektedir. Ardışık NaOCl ve EDTA uygulaması

smear tabakasını etkili biçimde uzaklaştırmakta; son irrigasyon adımı NaOCl ile tekrarlayan yıkama antimikrobiyal etkinliği pekiştirmektedir. Bhatt ve ark.nın 100 vakalık prospektif kohort çalışmasında; %5,25 NaOCl ile irrigasyon, %17 EDTA ile final irrigasyon, PUI ve kalsiyum hidroksit medikament kullanımının kombine edildiği retreatment protokolüyle 6 aylık değerlendirmede %88 başarı oranı saptanmıştır (Bhatt vd., 2025).

Kalsiyum hidroksitin kanaldan uzaklaştırılmasının sealer adhezyon kalitesini ve retreatment başarısını olumlu etkilediği bilinmektedir. Kalsiyum hidroksit uzaklaştırma etkinliğinin PUI, EDDY ve SWEEPS gibi aktive edilmiş irrigasyon yöntemleriyle anlamlı biçimde arttığı bildirilmektedir (Usta vd., 2024).

5. Kanal İçi Medikament Uygulanması

Retreatment vakalarında persistan mikrobiyel yükü kontrol altına almak ve periapikal doku iyileşmesini desteklemek amacıyla iki seans arasında kanal içi ilaçlama uygulanmaktadır. Kalsiyum hidroksit, yüksek alkali pH değeri (~12,5) ve antimikrobiyal etkinliği nedeniyle endodontik pratiğin temel kanal içi medikamenti konumundadır (Angın vd., 2024). Bununla birlikte kalsiyum hidroksitin *E. faecalis* gibi güçlü alkali direnç mekanizmalarına sahip organizmalara karşı sınırlı etkinlik sergilediği; bu nedenle retreatment vakalarında tek başına kullanımının yetersiz kalabileceği bildirilmektedir (Yang vd., 2024).

Klorheksidin (CHX), özellikle *E. faecalis* ve *Candida albicans* gibi dirençli organizmalara karşı etkili antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle kalsiyum hidroksitle kombine edilebilmektedir; bununla birlikte NaOCl ile kullanıldığında parakloroanilin bileşiği oluşabileceğinden bu iki maddenin doğrudan temasından kaçınılmalıdır. Üç farklı kanal içi medikamentin postoperatif flare-up oluşumu üzerindeki etkisini değerlendiren randomize klinik çalışma, gruplar arasında postoperatif ağrı ve şişlik bakımından anlamlı fark saptamamıştır (Angın vd., 2024).

6. Retreatmentta Komplikasyon Yönetimi

6.1. Kırık Alet Yönetimi

Kırık aletin kanal içinde kalması, kök kanal sistemine erişimi engelleyerek yeniden debridmanı kısıtlayan önemli bir endodontik komplikasyondur. Kırık aletle karşılaşıldığında üç temel yaklaşım söz konusudur: uzaklaştırma, bypass (aletin etrafından geçme) ve takip (aletin yerinde bırakılması). Kırık aletin uzaklaştırılması, kanalın lokalizasyonu, aletin konumu ve derinliği ile kök eğrilğine bağlı olarak %55–79 arasında değişen başarı oranlarıyla mümkün

olmaktadır (Penukonda vd., 2023). Dental operasyon mikroskobu (DOM) eşliğinde ultrasonik aletlerin kullanımı bu süreçte belirleyici katkı sunmaktadır.

Dört vakalık bir olgu serisinde, ProTaper retreatment aletleri (D1-D3) ve H-file örgü tekniğinin birlikte kullanımıyla kırık aletlerin başarılı biçimde uzaklaştırıldığı rapor edilmiş ek olarak CBCT ile görüntülemenin komplikasyon yönetiminde kritik öneme sahip olduğu vurgulanmıştır (Hindlekar vd., 2023). Özellikle apikal üçlüde lokalize, eğik kanallardaki kırık aletlerde uzaklaştırma girişiminin perforasyon ve kök kırığı riskini artırabileceği; bu durumda bypass veya takip stratejisinin tercih edilmesi gerekebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

6.2. Perforasyon Yönetimi

Kök perforasyonu, endodontik enstrümantasyon sırasında ya da post yerleştirilmesi esnasında kök kanalının periodontal aralıkla anormal biçimde açılması olarak tanımlanmaktadır. Perforasyonun lokalizasyonu, boyutu, kronikliği ve çevredeki periodontal dokuyla ilişkisi prognozu belirleyen temel faktörlerdir. Mineral Trioksit Agregan (MTA) ve Biodentine gibi kalsiyum silikat bazlı materyaller, biyouyumlulukları ve biyomineralizasyon kapasiteleri sayesinde perforasyon tamirinde tercih edilen ajanlar olma özelliğini korumaktadır. DOM kullanımının perforasyon lokalizasyonunu doğrudan görselleştirme ve tamir materyalinin hassas uygulanmasını sağlama açısından vazgeçilmez katkı sunduğu bilinmektedir.

7. Tedavi Sonuçları ve Prognostik Faktörler

Ortograd retreatmentın klinik ve radyografik sonuçlarını inceleyen geniş kapsamlı bir sistematik derleme, mevcut literatürde önemli metodolojik heterojenlik bulunduğunu ve çalışmalar arasında başarı tanımlarının, görüntüleme modalitelerinin ve takip sürelerinin önemli ölçüde farklılık gösterdiğini vurgulamıştır (Alhelal vd., 2025). Dahil edilen 30 çalışmanın genel bulguları, radyografi veya CBCT kullanıldığında görünür iyileşme oranlarının daha düşük seyrettiğini ortaya koymuştur (Alhelal vd., 2025).

CBCT ile primer tedavi ve retreatmentın sonuçlarını ve prognostik değişkenlerini karşılaştıran kapsamlı bir sistematik derleme ve meta-analiz, retreatment başarısını etkileyen faktörler arasında seans sayısı, irrigant türü, diş tipi, operatör deneyimi, apikal preparasyon çapı ve taper ile obtürasyon tekniğini tanımlamıştır (Bueno vd., 2025). Preoperatif periapikal lezyon büyüklüğünün retreatment prognozu ile ters ilişkili olduğu; küçük lezyonların büyüklere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek iyileşme oranı gösterdiği bildirilmektedir (Gudac vd., 2021). Bhatt ve ark.'nın Ocak 2024-Nisan 2025 tarihleri arasında 100 vakayla yürüttüğü prospektif kohort çalışmasında güncel enstrümantasyon ve irrigasyon

protokolü uygulanmış; 6 aylık değerlendirmede %88 başarı oranı saptanmış, ağız sağlığına bağlı yaşam kalitesi skorlarında preoperatif döneme kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzelme rapor edilmiştir (Bhatt vd., 2025). Bu bulgu, retreatmentın yalnızca radyografik iyileşme değil hasta merkezli sonuçlar açısından da klinik anlam taşıdığını ortaya koyan önemli bir kanıt niteliğindedir.

8. Biyoseramik Esaslı Kanal Patları ile Obtüre Edilmiş Dişlerde Retreatment

Biyoseramik esaslı patların klinik pratiğe giderek artan oranda girmesiyle birlikte, bu materyalle obtüre edilmiş dişlerde retreatment güçlükleri endodontistlerin odağına taşınmıştır. Kalsiyum silikat bazlı patların dentin tübüllerine penetrasyonu ve kimyasal bağlanma kapasitesi, retreatment sırasında tamamen uzaklaştırılmalarını son derece güçleştirmektedir. Biyoseramik patların apikal bölgede yalnızca pat olarak bulunduğu durumda, patın sertliği ve tübüllere penetrasyonu nedeniyle çalışma boyuna ulaşmanın imkânsız hâle gelebildiği bildirilmektedir (Sfeir vd., 2021).

CeraSeal, Bio-C Sealer, BioRoot RC Sealer, Endoseal MTA ve AH Plus Bioceramic Sealer'ın retreatment etkinliğini simüle edilmiş kanallarda karşılaştıran güncel bir çalışmada, pasif ultrasonik irrigasyona rağmen hiçbir biyoseramik simanın kanal duvarlarından tam olarak uzaklaştırılmadığı saptanmıştır (Sümbüllü vd., 2025). NeoSEALER Flo ve AH Plus Bioceramic Sealer'ın oval kanallarda retreatment etkinliğini ve tamamlayıcı temizleme tekniklerinin etkinliğini karşılaştıran bir çalışmada, AH Plus Bioceramic Sealer'ın koronal ve orta üçlüklerde anlamlı derecede daha az rezidüel siman bıraktığı bildirilmiştir (Peña-Bengoa vd., 2025). Bu veriler, biyoseramik pat tercihinde klinisyenlerin olası retreatment gereklilikleri ile materyalin biyolojik avantajlarını birlikte değerlendirmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

9. Sonuç

Ortograd retreatmenta ilişkin mevcut literatürün en temel kısıtlaması, başarı tanımlarındaki heterojenlik ve büyük ölçekli randomize kontrollü klinik çalışmaların yetersizliğidir. İn vitro çalışmalar gerçek klinik koşulları her zaman yeterince yansıtamamakta; farklı enstrümantasyon sistemleri ve protokollerin doğrudan karşılaştırılmasını güçleştiren metodolojik farklılıklar bulunmaktadır (Soler-Doria vd., 2025). Biyoseramik patların retreatment güçlüğü, yeni retreatment protokollerinin ve yardımcı temizleme tekniklerinin araştırılmasını gerektiren öncelikli bir klinik sorun olmayı sürdürmektedir.

Endodontik retreatment, başarısız kök kanal tedavilerinin yönetiminde bilimsel kanıtlarla desteklenen, diş koruyucu bir birincil strateji olarak konumunu pekiştirmektedir. Retreatment başarısının temel belirleyicileri arasında

başarısızlığın etiyolojisinin doğru tanımlanması, hasta ve diş düzeyinde prognostik faktörlerin kapsamlı değerlendirilmesi, etkili dolgu materyali uzaklaştırma protokolü, yeterli irrigasyon ve aktivasyon stratejisi ile kaliteli obtürasyon sayılmaktadır. NiTi döner retreatment aletleri ve ultrasonik aktivasyon dolgu materyalinin uzaklaştırılmasında el aletlerine kıyasla anlamlı üstünlük sunmakta; XP-Endo Finisher R gibi tamamlayıcı temizleme araçları oval ve düzensiz kanallarda yüksek değer taşımaktadır. Mevcut kanıtlar, standartize başarı tanımı ve uzun dönem prospektif çalışmalar aracılığıyla güçlendirilmeye ihtiyaç duymaktadır.

KAYNAKLAR

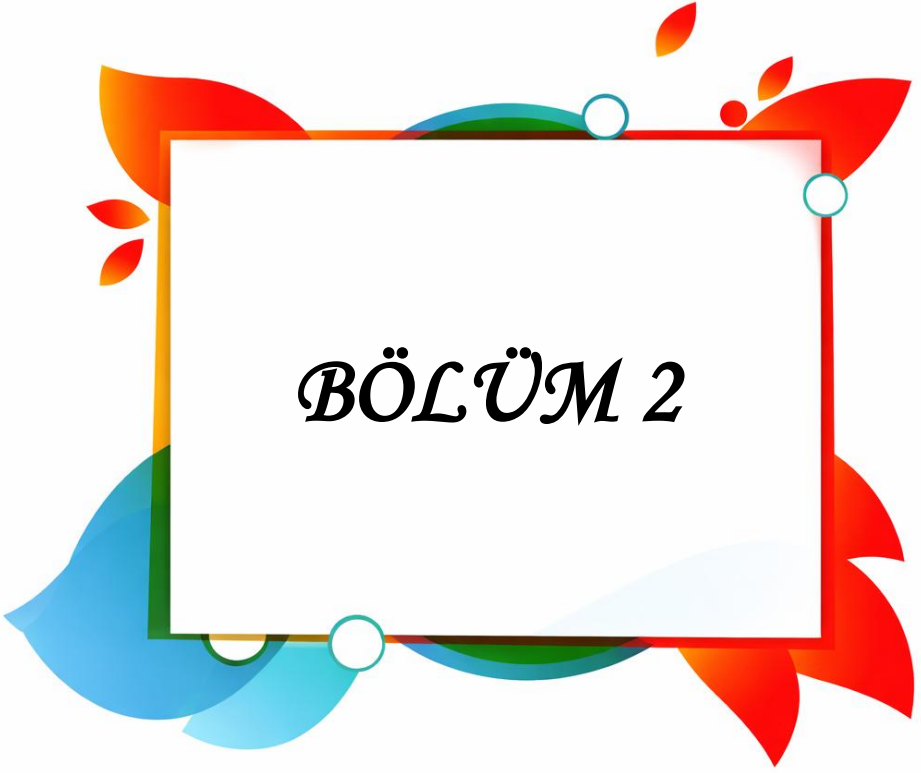
- Abdelnaby, P., Ibrahim, M., & ElBackly, R. (2023). In vitro evaluation of filling material removal and apical debris extrusion after retreatment using Reciproc blue, Hyflex EDM and ProTaper retreatment files. *BMC Oral Health*, 23, 902.
- Alhelal, A. A., Alotaibi, A., Alghamdi, F., Almohimeed, E., & Alrasheed, R. (2025). Clinical outcomes of nonsurgical retreatment in teeth with persistent apical periodontitis: A systematic review. *Cureus*.
- Aminsobhani, M., Sadegh, M., Meraji, N., Razmi, H., & Kharazifard, M. J. (2022). Evaluation of the antibacterial effect of xylene, chloroform, eucalyptol, and orange oil on *Enterococcus faecalis* in nonsurgical root canal retreatment: An ex vivo study. *BioMed Research International*, 2022, 8176172.
- Andhavarapu, A., Bolla, N., Vemuri, S., Reddy, A., Peddinti, V., & Badepalli, P. K. (2024). Cleaning efficacy and debris extrusion of supplementary file systems XP-endo Finisher and XP-endo Finisher R in endodontic retreatment. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 27(5), 512–517.
- Angin, A. E., Özkan, H. D., Saral, İ. P., & Aydın, B. (2024). The incidence and intensity of postoperative pain and Flare-up following the use of three different intracanal medicaments in teeth with posttreatment apical periodontitis: a randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 28(7), 362.
- Baig, M. M., Kalgeri, S. H., Kansar, N., Patel, P., Nair, A., & Elnawawy, M. S. (2023). Effectiveness of different rotary files systems in removal of gutta-percha during endodontic retreatment with or without solvents: A comparative study. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 24(9), 688–691.
- Bhatt, M., Seth, T., Chaudhary, S., Rajguru, K., Khalane, C. S., Chib, A. S., & Gupta, S. (2025). Nonsurgical retreatment of endodontically treated teeth: A prospective cohort study on success rates and quality of life. *Cureus*, 17(7), e88886.
- Bukmir, R. P., Paljevic, E., Vidas, J., Glazar, I., Pezelj-Ribaric, S., & Prso, I. B. (2022). Is coronal restoration a predictor of posttreatment apical periodontitis?. *European Journal of Dentistry*, 16(02), 386–395.
- Burns, L. E., Kim, J., Wu, Y., Alzwaideh, R., McGowan, R., & Sigurdsson, A. (2022). Outcomes of primary root canal therapy: An updated systematic review of longitudinal clinical studies published between 2003 and 2020. *International Endodontic Journal*, 55(7), 714–731.
- Diaconu, O. A., Gheorghită, L. M., Gheorghe, A. G., Țuculină, M. J., Munteanu, M. C., Iacov, C. A., ... & Bănică, C. A. (2025). A Retrospective Study of CBCT-Based Detection of Endodontic Failures and Periapical Lesions in a Romanian Cohort. *Journal of Clinical Medicine*, 14(18), 6364.

- Gudac, J., Hellén-Halme, K., & Machiulskiene, V. (2021). Prognostic validity of the Periapical and Endodontic Status Scale for the radiographically assessed 2-year treatment outcomes in teeth with apical periodontitis: a prospective clinical study. *BMC Oral Health*, 21(1), 354.
- Guerreiro Viegas, O., & Santos, J. M. M. (2024). Selective root canal retreatment of a maxillary first molar: A case report with a 9-year follow up. *Frontiers in Dental Medicine*, 5, 1422390.
- Güngördü, Z. S., Tufenkci, P., & Sarı, M. (2025). The effectiveness of endoactivator, EDDY, passive ultrasonic irrigation, and XP-Endo finisher r in removing filling materials from retreated root canals. *BMC Oral Health*, 25(1), 1656.
- Hindlekar, A., Patel, A., Ikhar, A., Chandak, M., Mahapatra, J., Suryawanshi, T., Patil, J., & Mahale, P. (2023). Retrieval of separated intracanal endodontic instruments: A series of four case reports. *Cureus*, 15(3), e36547.
- Iliescu, A. A., Gheorghiu, I. M., Ciobanu, S., Roman, I., Dumitriu, A. S., & Păunică, S. (2025). Current Insight into the Dynamics of Secondary Endodontic Infections. *Journal of Mind and Medical Sciences*, 12(1), 28.
- Kvist, T., & Reit, C. (2000). Results of endodontic retreatment: A randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures. *Journal of Endodontics*, 26(3), 136–140.
- Martins, J. F. B., Georgiou, A. C., Nunes, P. D., de Vries, R., Afreixo, V. M. A., da Palma, P. J. R., & Shemesh, H. (2025). CBCT-assessed outcomes and prognostic factors of primary endodontic treatment and retreatment: a systematic review and meta-analysis. *Journal of endodontics*, 51(6), 687-706.
- Neelima, U. L., Alghamdi, N., Alshahrani, A. Y., Panakaje, M. S., Late, L., Pius, A., & Gavarraju, D. N. (2024). Efficiency of Different Retrieval Techniques in Gutta-Percha Removal in Endodontic Retreatment: An In Vitro Study. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 16(Suppl 3), S2640-S2642.
- Penukonda, R., Amlani, H., Pattar, H., & Lin, G. S. S. (2023). The management of separated endodontic instruments using a customized syringe and loop technique: A case series. *Endodontology*, 35(1), 65-71.
- Peña-Bengoa, F., Abarca, J., Cáceres, C., Steinfort, K., Niklander, S. E., & Silva, E. J. N. L. (2025). Evaluation of the Retreatability and Different Supplementary Cleaning Techniques for Removing Bioceramic Sealers in Oval-Shaped Canals. *Australian Endodontic Journal*, 51(3), 723-731.
- Rathod, P., Patel, A., Ikhar, A., Chandak, M., Mahapatra, J., Suryawanshi, T., Patil, J., & Mahale, P. (2024). Management of an intracanal separated instrument in the lower right first molar: A case report. *Cureus*, 16(6).

- Sabeti, M., Chung, Y. J., Aghamohammadi, N., Khansari, A., Pakzad, R., & Azarpazhooh, A. (2024). Outcome of contemporary nonsurgical endodontic retreatment: a systematic review of randomized controlled trials and cohort studies. *Journal of Endodontics*, 50(4), 414-433.
- Sfeir, G., Zogheib, C., Patel, S., Giraud, T., Nagendrababu, V., & Bukiet, F. (2021). Calcium silicate-based root canal sealers: A narrative review and clinical perspectives. *Materials*, 14(14), 3965.
- Sharma, J., Jhamb, S., Mehta, M., Bhushan, J., Bhardwaj, S. B., & Kaur, A. (2025). Prevalence of *Enterococcus faecalis* in refractory endodontic infections: A microbiological study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 28(5), 462-467.
- Shah, T., Ramesh, S., Sugumaran, S., & Choudhari, S. (2023). Endodontic retreatment efficacy with and without solvents: A systematic review. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 26(6), 610-615.
- Singh, K. B., Singh, A. K., Kaur, G., Singh, P., & Srivastava, A. (2024). Comparative analysis of the efficacy of various retreatment file systems in the removal of gutta-percha in retreatment cases and time taken during the procedure: An in vitro cone beam CT study. *Cureus*, 16(3).
- Siqueira, J. F., Jr. (2001). Aetiology of root canal treatment failure: Why well-treated teeth can fail. *International Endodontic Journal*, 34(1), 1-10.
- Siqueira, J. F., Jr., & Rôças, I. N. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *Journal of Endodontics*, 34(11), 1291-1301.
- Soler-Doria, A., Sanz, J. L., Maddalone, M., & Forner, L. (2025). Efficacy of Endodontic Files in Root Canal Retreatment: A Systematic Review of In Vitro Studies. *Journal of Functional Biomaterials*, 16(8), 293.
- Sunde, P. T., Olsen, I., Göbel, U. B., Barbalan, P., Haapasalo, M., & Tronstad, L. (2003). Fluorescence in situ hybridization (FISH) for direct visualization of bacteria in periapical lesions of asymptomatic root-filled teeth. *Microbiology*, 149(Pt 5), 1095-1102.
- Sümbüllü, M., Ali, A., Bakhsh, A., & Arslan, H. (2025). Evaluation of the retreatability of bioceramic root canal sealers with various formulations in simulated grooves. *PeerJ*, 13, e20398.
- Torabinejad, M., Corr, R., Handysides, R., & Shahab, S. (2009). Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: A systematic review. *Journal of Endodontics*, 35(7), 930-937.
- Usta, S. N., Erdem, B. A., & Gündoğar, M. (2024). Comparison of the removal of intracanal medicaments used in regenerative endodontics from root canal

system using needle, ultrasonic, sonic, and laser-activated irrigation systems. *Lasers in medical science*, 39(1), 27.

Yang, S., Meng, X., Zhen, Y., Baima, Q., Wang, Y., Jiang, X., & Xu, Z. (2024). Strategies and mechanisms targeting *Enterococcus faecalis* biofilms associated with endodontic infections: a comprehensive review. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 14, 1433313.



BÖLÜM 2

Endodontide Geriatrik Hastalarda Güncel Yaklaşımlar

*Türkan Özpınar¹ & Fatoş Albayrak² & Demet Altunbaş³ &
Recai Zan⁴*

1. ENDODONTİDE GERİATRİ

Geriatri yaşlı bireylerdeki hastalık ve davranışları inceleyen, endodonti ise yaşlıların ağız diş bulguları ve tedavileri ile uğraşan bilim dalıdır. Geriatrik endodonti ise yaşlanma ile birlikte diş ve çevre dokularda oluşabilen değişiklikleri inceleyen ve yaşlı bireylerdeki endodontik uygulamalara ilişkin endodonti bölümüdür (Aşçı, 2014).

Yaşlanma terimi, zamanın geçişine bağlı olarak hastalık söz konusu olmaksızın ortaya çıkan anatomik yapı ve fizyolojik işlev değişikliklerini tanımlanmaktadır. Bir başka tanım çevresel etkenlere, değişimlere uyum yeteneğinin ve hızının azalması şeklinde yapılabilir. Yaşlılık dönemi 65 yaş ve üzeri olarak kabul edilir (Alaçam, 2012).

Yaşlılıkta biyolojik yaşlanma temel belirleyici olmamalı, patolojik yaşlanmalara karşı gerekli ve yeterli önlemler alınmalıdır. Yaşlı bireylerde organların sağlık durumunun gösterdiği yaş, kronolojik yaştan daha önemlidir. Yaşın ilerlemesiyle artabilen akut ve kronik hastalıklar sonucunda bireyin fonksiyonlarının bozulması kişinin kendi gereksinimlerini karşılayabilmesinde azalmaya neden olabilmektedir. Uygulamalar öncesi organ sistemleri tek tek incelenerek ön değerlendirme yapılmalıdır (Alaçam, 2012).

1.1. Yaşlanmayla Beraber Vücutta Görülen Değişiklikler

Yaşlanmayla organizmada; hücresel, anatomik ve fizyolojik bazı değişiklikler olur. Bunlar;

¹ Arş. Gör., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0004-1294-6335

² Dr. Öğr. Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-2682-162X

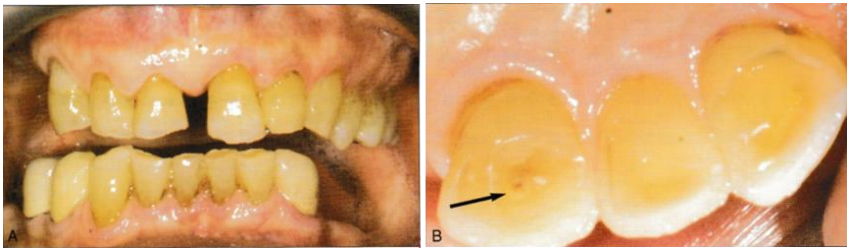
³ Prof. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-7532-4785

⁴ Prof. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-2781-355X

- Hücreler ölür. Bir organın hücreleri komşu hücrelerden etkilenir ve onlara bağlı olarak canlılıkları devam eder veya azalabilir.
- Vücudun metabolik ürünleri hücreler ve hücreler arası sıvıdan atılır ama yaşlandıkça bu işlem yavaşlar.
- İç salgı bezlerinin faaliyetleri yaşlandıkça azalır. Hücre metabolizması bundan olumsuz etkilenir.
- İleri yaşlarda kalsiyum metabolizması bozulabilir.
- Bazı hücreler vücut proteinlerinden farklı immünolojik özellikte proteinler sentezler. Bu proteinler immün reaksiyonların oluşmasına neden olurlar.
- Dolaşım bozuklukları hücrelerin oksijen alınımını bozar. Oksijen azaldıkça hücrelerin yerini kolajen alır. Kolajen birikimi arttıkça kapillerler devre dışı kalır (Aşçı, 2014).

1. 2. Yaşlanmayla Ağız içinde Görülen Değişiklikler

Eksik dişler nedeniyle konuşma bozulabilir. Dişler, dişsiz bölgelere doğru kayma eğilimindedir ve kemik kayıpları oluşabilir. Dilde tat alma duyusu azalabilmektedir. Dişlerde atrizyon, abrazyon, erozyon ve bruksizm sıkça rastlanan olgulardır. Dişlerde basit yüzeysel aşınmalar veya önemli madde kayıplarının görüldüğü aşınmalar olabilir. Dişlerin anatomik kuronları kısalmır. Minedeki aşınma sonucu dentin dokusu, bazı durumlarda ise pulpa açığa çıkabilir. Diş kayıplarında artış olmakla beraber en erken büyük azı ve küçük azı dişleri kaybedilmektedir. Diş çürüğü ve ilerlemiş periodontal hastalıklara ilişkin sorunlarda artış söz konusudur. Periodontal hastalıklar ve diş eti çekilmeleri sonucunda kole çürükleri, kök çürükleri, halitozis, artroza bağlı temporomandibular eklem problemleri, tükürük akış hızı ve miktarındaki azalmaya bağlı olarak ağız kuruluğu görülebilmektedir. Stomatit, mantar enfeksiyonları ve oral mukoza lezyonları görülebilmektedir (Aşçı, 2014).



Şekil 1 Hastanın anatomik kron boyu abrazyona ilişkin kısalmış, minedeki aşınmalar sonucunda dentin dokusu açığa çıkmıştır (A). Üst sağ kanin dişte, damak yüzeyindeki aşırı abrazyon nedeniyle pulpanın açığa çıktığı görülmektedir (B) (Aşçı, 2014).

1. 2. 1. Yaşlanmayla Minede Oluşan Değişiklikler

Minede yaşla birlikte permeabilitenin azaldığı ve kırılğanlaştığı kabul edilir (Mjör, 1986). Minenin yaşlanmasıyla mineral yoğunluğunda artış ve protein matriksinde bir azalış görülür. Aşınmaya karşı reaktif sekonder dentin oluşumu ile dişlerin rengi sarımsı bir renk alır (Ozkan et al., 2011).

1. 2. 2. Yaşlanmayla Pulpa ve Dentinde Oluşan Değişiklikler

• Hücre Komponentlerinin Azalması

Yaşlanmayla pulpa hücrelerinde fibroblast ve odontoblast sayısında azalma ve hücre yapılarında değişiklik görülür. Pulpa hücresinin hacmi azalır, hücre içi yapıları küçülür. Hücre içi vakuollerde artış ve odontoblastlarda dejeneratif değişiklikler oluşur (Plačková & Vahl, 1974). Atrofiye uğrayan odontoblastlar, pulpanın bazı bölümlerinde bütünüyle kaybolurlar. Hücrelerde oksijen alımının azalmasına ilişkin olarak, pulpanın onarım gücü de zayıflar (Aşçı, 2014).

• Dentin Sklerozu

Peritübüler dentinde veya apatit kristallerinde artma görülür. Dentin kanalları tıkanır (Bender, 1984). Abrazyon, erozyon, atrizyon ve çürük gibi dış etmenlere bağlı olarak oluşabilir (Mendis & Darling, 1979). İntratübüler dentin yapımının artması ve daralan kanalcıkların içine kalsifiye doku birikmesi ile karakterizedir. Peritübüler dentinde de artış olur. Yaşın ilerlemesi ile kökün apikal üste bir kısmındaki dentin kanalcıkları daha fazla skleroza uğrar. Skleroz altındaki odontoblast tabakası azalır ve kaybolur. Dentin kanalcıkları ilerleyen yaşlarda daha fazla tıkanır ve tübüler geçirgenlik azalır (Aşçı, 2014). Lateral ve aksesuar kanallar tıkanır ve böylece klinik önemi azalır (Alaçam, 2012).

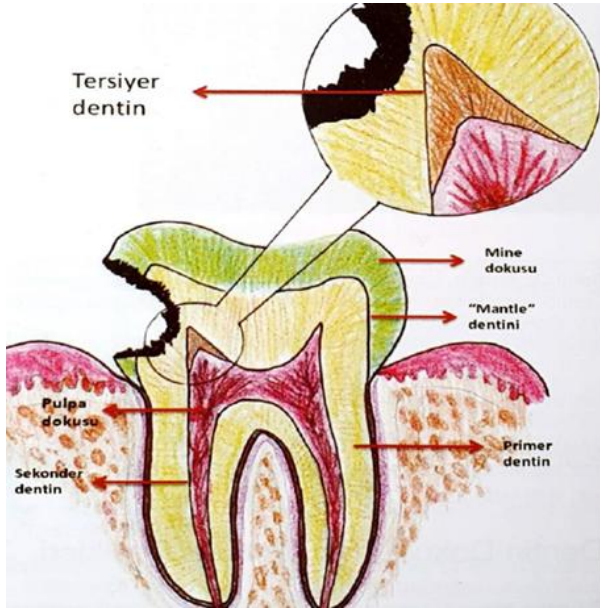
• Pulpanın Hacim ve Boyutlarının Azalması

Sekonder ve tersiyer dentin oluşumuyla meydana gelen bir durumdur. Sekonder dentin yapımı pulpa canlı kaldığı sürece devam eder (Aşçı, 2014). Sekonder dentin; büyük azılarda pulpa odasının tabanında, üst ön dişlerde damak yüzeyinde daha fazla oluşur (Sicher, 1962). Pulpa odası, oklüzö-apikal yönde daha fazla daralır. Pulpa boynuzları aynı oranda küçülmediği için, kavite açarken veya kron preparasyonu yaparken perforasyonlar oluşabilir. Ancak pulpa boynuzları kısmen kolajen ile doludur ve ileri yaştaki bireylerde pulpa boynuzu açıldığında kanama daha az görülür. Açığa çıkmış pulpa boynuzlarının sond ile muayenesinde daha az ağrı hissedilir (Aşçı, 2014). 71 yaşından büyük bireylerde pulpa kanalı hemen hemen tıkalıdır (Bender, 1984).



Şekil 2 Şekil A ve B pulpa odasının şeklinde zamanla meydana gelen değişiklikler. Alınan röntgenler arasında 15 yıl fark bulunmaktadır. Kök kanalı sisteminin şekli sekonder dentin ve restorasyon altında meydana gelen tersiyer dentin oluşumu sonucu meydana gelmektedir (Torabinejad, 2011).

Tersiyer dentin yapımı pulpayı irrite eden bir dış etkene karşı savunma reaksiyonu sonucu oluşur. Dentin sklerozuna kıyasla daha uzun sürede gerçekleşir. Sekonder dentine kıyasla daha hızlı oluşur. Bu nedenle daha düzensiz bir yapıdadır. Yapısı uyarının şiddetine göre farklılık gösterir. Odontoblastlar tarafından hafif uyarılara yanıt olarak oluşturulan dentin reaksiyoner dentin olarak adlandırılır. Reparatif dentin, odontoblastlar harap olduğunda pulpa hücrelerinin odontoblastlara dönüşmesiyle oluşmaktadır. Çürüklerin altında oluşan reparatif dentin restorasyonların altındakinden daha düzenlidir. Periodontal problemleri olan dişlerde de reparatif dentin oluşabilir, kök kanalları daralabilir ancak daima canlı pulpa dokusu kalır (Aşçı, 2014).



Şekil 3 Diş dokularına ilişkin şema (Aşçı, 2014).

- **Damar Sistemindeki Değişiklikler**

Kan damarlarındaki aterosklerotik değişikliklerden dolayı pulpayı gelen kan akımı azalır (Bernick & Nedelman, 1975). Yaşlılarda damar lümeninde daralmalar sonucu pulpadaki hücrelerin beslenmesi etkilenir. Oluşan bu değişiklikler endodontik tedavinin başarısını kısıtlayabilir. Pulpa kuafajı ve pulpotomi prosedürlerinin başarı şansı düşüktür. Dentin köprüsü ile tamir beklenmemelidir (Aşçı, 2014).

- **Kolajen Liflerin Sayısında Artış**

Yaşın ilerlemesiyle pulpadaki kolajen liflerin sayı ve kalınlıkları artar. Bunun yanı sıra pulpa hacminin daralması da pulpadaki fibröz yapı artışında etkili olur (Aşçı, 2014).

- **Pulpa Taşları ve Diffüz Mineralizasyonlar**

Kuron ve kök pulpasında görülebilir. Kuron pulpasında pulpa taşlarına, kök pulpasında ise diffüz kalsifikasyonlara daha sık rastlanır. Bununla beraber kuron pulpasında diffüz kalsifikasyonlar olduğu gibi kök pulpasında pulpa taşları bulunabilir (Aşçı, 2014).

Kronik böbrek yetmezliğinde pulpa kalsifikasyonları ve kalsifikasyonlarının ilişkisine bakıldığında kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda pulpa kalsifikasyonlarının sıklığının artmıştır (Dağıstan & Miloğlu, 2015).

Pulpa taşının hemen her kanalda olduğu ancak mikroskopik olduğundan gözle veya radyografiyle tespit edilemediğinden literatürde sıkça bahsedilmiştir. Tespit edilebilen bir pulpa taşı varsa genelde periapikal radyografi yeterli olur (Yüksel, 2024).



Şekil 4 Premolarlardaki pulpa taşları furkasyon yeri olarak görülebilir ve net ayırt edilemeyebilir (Yüksel, 2024).

Pulpal skleroz; pulpa taşı gibi lokalize bir kalsifikasyondan daha çok, pulpanın parsiyel ya da total olarak kalsifiye olması ile karakterizedir. Endodontik açıdan olumsuzluk yaratabileceği için hem radyografik hem de tomografik inceleme gerekir. Pulpal sklerozda pulpanın santralinden başlar ve dentin ile arasında pulpa dokusu bulunur (Yüksel, 2024).

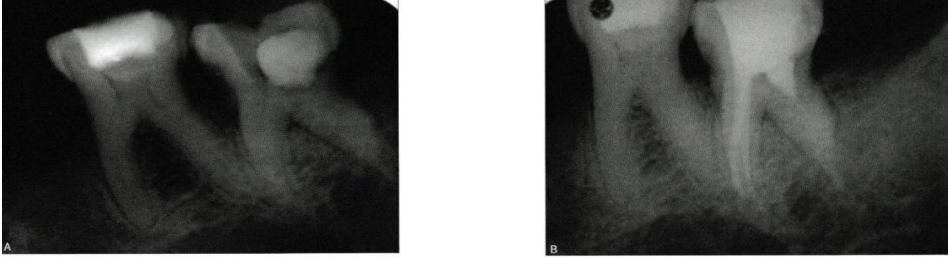
1.3. Pulpada Oluşan Değişikliklerin Klinik Önemi

Kuron ve kök pulpasının hacminin ve boyutlarının azalmasına ilişkin olarak, yaşlı bireylerde endodontik tedavi önemli oranda zorlaşır (Aşçı, 2014).

Dentindeki skleroza ilişkin olarak geçirgenlik azalır ve dentinin rengi daha sarıdır. Skleroze dentin rengi, pulpa odasının yan duvarlarının renginden belirgin olarak farklıdır. Apikal foramen daralmış ve sement-dentin birleşimi, radyografik apekten oldukça geride kalmıştır (Aşçı, 2014). Kök ucunda sement birikimi artar, hipersementoz sıklıkla görülebilir (Rossman, 1979). Kanal şekillendirilmesi sırasında perforasyon ya da alet kırılmaları yaşanabilir. Kronik apikal periodontitis ve kök rezorpsyonları da kök ucunun şeklini ve apikal foramenin anatomisini değiştirirler. Toruslar radyografi alımını güçleştirebilir ve daha uzun ekspozür zamanı gerekebilir. Fakat kas ataçmanlarının apikal konumları gereği vestibül derinliği artırması ile uygulama kolaylaşabilir (Alaçam, 2012).

İleri yaşlardaki bireylerde dikey boyutta azalma görülebilir buna ilişkin olarak hasta ağzını yeterince açamayabilir. Kısa boyutlu kök kanal aletleri kullanımı tedaviyi kolaylaştırabilir. Yaş ile diş yüzeylerinde çatlak görülme sıklığı da artar. Çatlaklarla oluşan pulpa açılmaları yaşlılarda daha az akut iltihaplanmalar

gösterir ve sıklıkla gingival sulkusa penetre olarak periodontal defektler oluşturur. Çatlak dişlerde pulpanın vital olduğu durumlarda tüberküleri kaplayan restorasyon yapılmalıdır. Vertikal kırıklı ve çatlak dişlerde periodontal cepler prognozunu umutsuz olduğuna işaret eder (Aşçı, 2014).



Şekil 5 76 yaşında kadın hastanın semptomatik olan sol ikinci büyük azı dişine, kök kanal tedavisi endikasyonu konmuştur. Kalsifikasyon nedeni ile distal kökte ilerlenememiştir. Mezial kökün tedavisini takiben semptomlar geçmiş ve hasta takibe alınmıştır (Aşçı, 2014).

1. 4. Yaşlı Hastalarda Hedefimiz

Sağlığın her birey için hak olarak tanımlandığı bir toplumda yaşlılık sağlıklı ve üretken geçirilen dönem olarak algılanmalıdır. Yaşlı grubu için hedefimiz; yaşam kalitesinin korunmasıdır (Aşçı, 2014). Nüfusun yaşlanması periodontal işlemler ve ileri onarım gereksinimini artırmaktadır. Yaşlı hastalarda dişlerin endodontik tedavi ile kurtarılmasıyla dental, fiziksel ve mental sağlık önemli düzeyde korunmaktadır. Son yıllarda hastalarda endodontik tedavi talebi artmaktadır. Yaşlı hastalarda endodontik girişimler düşünülerek yapılacak yaklaşımlar iki gruba ayrılabilir; göreceli olarak sağlıklı ve rahat görünen kişilerdeki yaklaşım, güç koşullarda kısıtlı fonksiyonları olan bireylerdeki yaklaşım. Hastaya ilişkin olumsuz etkenlerin hekimin bilgi ve becerisiyle hafifletilmesi ya da kontrol altına alınması gereklidir (Alaçam, 2012).

1. 5. Medikal Hikâye ve İletişim

Yaşlı hastalar çok sayıda ilacı sık olarak kullanmaktadır ve tedavi öncesi bu ilaçlar; ilaç etkileşimlerini önlemek ve tedavi yaklaşımını belirlemek açısından dikkatle incelenir (Aşçı, 2014).

Kök kanal tedavisi ileri yaşlarda çekime göre daha az travmatiktir (Alaçam, 2012).

1. 6. Dental Hikâye

Yaşlı hastalarda pulpa kaynaklı ağrı şikayetleri daha az görülür, kronik sorunlar daha fazladır ve mikrobiyal yayılım sonrası nekroz oluşur klinik belirtiler azalır (Bayırlı, 1999). Hastanın tüm ağız muayenesi ihmal edilmemelidir. Yaş ilerledikçe oral kansere neden olabilecek kaynaklarla daha fazla karşılaşmakta ve sistemik hastalıklar semptomlarını başlangıçta ağızda gösterebilir. Alınan radyograflerde kanalın orta 1/3'te kaybolması kalsifikasyon yerinde dallanma sonucu oluşabilir. Bazı odontojenik ve nonodontojenik kistler ve tümörlerin sıklığı yaşla artmaktadır. Bununla beraber osteoskleroz ve kondensing osteitis yaşla azalmaktadır (Alaçam, 2012).

1. 7. Tanı ve Tedavi Planlaması

İleri yaştaki bireylerde, sabah saatleri tedaviye gelmek için daha uygun olabilir. Mümkünse tedaviler tek seansta gerçekleştirilmelidir. Yaşlı hastalar çoğunlukla uzun süreli işlemlere daha dayanıklıdır. Her randevuda olabildiğince işlem yapılmalıdır. Yorulmalarına karşı ısıрма blokları faydalı olabilir. Hasta ile gelen refakatçi muayene sırasında dışarı çıkarılmamalıdır. Tedavi mümkün olduğunca atravmatik yapılmalı, restore edilebilirliği tartışmalı olan dişlerde daha radikal kararlar alınabilir (Aşçı, 2014).

Yaşlı hastalarda anestezi riskinin artmış olduğu bilinerek tekrarlayan anestezilerden kaçınılmalı, lokal anesteziklerin sistemik toksisitesi unutulmamalıdır. Anestezikler epinefrin kullanıldığında daha yavaş olarak verilmelidir (Aşçı, 2014). Periodontal ligamentin azalan genişliği ilave intraligamenter enjeksiyonları güçleştirir (Newton & Coil, 2006). Anestezinin basınçla verilmesi intraosseöz anestezi oluşturur fakat bir miktar da sistemik dolaşıma gider. 1:100000 epinefrinli %2'lik lidokain intraosseöz enjeksiyon alan hastaların birçoğunda kalp atım hızında geçici artışlar olmaktadır. Epinefrin duyarlılığı riski göz önüne alındığında %3'lük mepivakainin intraosseöz enjeksiyonu iyi bir alternatiftir (Alaçam, 2012).

Uygun bir giriş ve kanal ağızlarının bulunması işlemleri yaşlı hastalarda kök kanal tedavisinin en zor bölümüdür (Torabinejad, 2011). Endodontik kavite girişinde pulpa odası kenar konturlarına yakın aranmamalıdır. Pulpa duvarlarındaki dentin rengi kavite tabanından daima daha açıktır. Ultrasonik uçlar kök kanalı ağızlarının belirlenmesinde ve pulpa taşları ile kalsifikasyonların uzaklaştırılmasında etkilidir. Kök kanallarında diffüz kalsifikasyon varlığında, uzun shaftlı frezler veya ultrasonikler kullanılabilir. Pulpa odası tabanının metilen mavisi ile boyanması da kanal ağızlarının bulunmasında yardımcı olabilir. Kalsifiye kök kanallarının bulunmasında SLOB kurallarından da yararlanılabilir.

Radyografi alırken kilovoltaj azaltılıp, miliamper artırılarak kontrastın artırılması, radyografilerin yorumlanmasını kolaylaştırır (Aşçı, 2014).

İleri derecede reparatif dentin oluşmadıkça kök kanallarındaki kalsifikasyonlar düzenli ve daireseldir. Bu da kanal ağzları ve giriş bulunduğu kanallarda daha rahat bir şekilde ilerlenmesini sağlar (Bayırlı, 1999). Tirnerf kullanımından kaçınılmalı; mevcut pulpa artıkları direkt olarak eğeleme ile kanaldan uzaklaştırılmalıdır. Sodyum hipoklorit ve EDTA solüsyonlarıyla bol irrigasyon yapılmalıdır (Aşçı, 2014). Kalsifiye kanallarda ilk girişte kullanılacak en önemli alet DG16 sondudur (Alaçam, 2012). Kanal bulunduktan sonra genellikle 8 veya 10 numaralı K tipi eğeler kullanılır. 6 numaralı eğeler; eğilerek baskıda kolayca kıvrılabilir. NiTi eğeler de uzun akslarında zayıftır ve başlangıç işlemlerinde kullanılmaları kontrendikedir. Aynı zamanda 'Pathfinder CS' (K1 ve K2), MMC eğeler (8, 10 ve 15 numara) gibi çelik eğeler kalsifiye kanallarda ilerlemek üzere üretilmişlerdir. Genişletmede koronalden apikale doğru olan yöntemler tercih edilmelidir. Kök kanalları aşırı dar olduğunda bir sonraki eğeye geçişte güçlükler yaşanabilmektedir. Bu durumda incremental instrumentasyon (iki ege arasında, ara numaraya sahip eğeler ile şekillendirme yapılması) tavsiye edilmektedir. Bu amaçla kullanılabilecek eğeler geliştirilmiştir. Pathfile (13, 16, 19 numara), G file [G1 (12 numara) ve G2 (17 numara)] bunlardan bazılarıdır. Özel hazırlanmış böyle bir ege bulunmadığında, 10 numaralı bir egenin ucundan 0.5 mm kesilerek 11 numaralı bir ege, 1mm kesilerek 12 numaralı bir ege oluşturulabilir (Aşçı, 2014).

Ağrı, devam eden kanama ve tam enstrümanının konumundaki farklılıklar perforasyonu gösterir (Bayırlı, 1999).

Enstrümantasyon sonrası ağrı şiddeti ve ağrının sıklığı, preparasyon miktarı, seanslar arası kullanılan ilaç, geçici dolgu uyumu, pulpa ve periapikal doku durumu, diş numarası ve yaş, aynı seansta yerleştirilen kanal dolgusu ile ilişkilidir (Alaçam, 2012).

Dişlerin daha kırılğan olması nedeniyle dolum sırasında aşırı kondenzasyondan kaçınılmalıdır (Aşçı, 2014).

Yaşlanmayla bağ dokusunun viskozitesi değişir, tamir güçleşir. Kemik oluşumu ve rezorpsiyonu yavaşlar. Yaşlanan kemikte pörözite fazladır ve şekillenen kemiğin mineralizasyonu azalır (Newton & Coil, 2006). Kök ucunda patolojik olay varsa 3 aylık periyotlarla uzun süre (4-5 yıl) takip edilmelidir (Aşçı, 2014). Gözden kaçan kanallar yaşlı bireylerde en sık başarısızlık nedenleridir (Alaçam, 2012).

Lezyonda küçülme olmadığında retreatment veya cerrahi girişim kararı, hastanın yaşı ve sistemik durumu göz önünde bulundurularak alınmalıdır. Cerrahi girişimden olabildiğince kaçınılmalıdır (Aşçı, 2014).

1. 8. Endodontik Cerrahi

Medikal sorunlar konsültasyon gerektirebilir (Torabinejad, 2011). Cerrahi işlem çekimden daha az travmatik olarak uygulanabilir (Newton & Coil, 2006). Yaşlı hastalarda kombine endodontik periodontik flep işlemleri gerekebilir ve tüm bu işlemlerin tek seansta yapılması daha uygundur (Alaçam, 2012; Torabinejad, 2011).

Yaşlı hastalarda ekimoz sık görülür. Bu durumun normal olduğu ve 2 hafta içerisinde normale döneceği söylenir (Torabinejad, 2011). Mavi renk kahverengi ve sarıya dönerek normalleşir. Cerrahi sonrası buz torbası kanamayı azaltır, pıhtılaşmayı başlatır ve ekimozu azaltır (Alaçam, 2012).

1.9. Prognoz

Endodontik işlemlerin başarısı pulpa boşluğundaki patolojik bakterilerin ortadan kaldırılmasına ve yeniden enfeksiyon oluşumunun engellenmesine bağlıdır. Başarıyı azaltan birçok etken vardır. Tedaviyi güçleştiren etkenler başarıyı da tehlikeye atar (Alaçam, 2012).

2. DİŞ HEKİMLİĞİNDE SİSTEMİK HASTALIKLAR

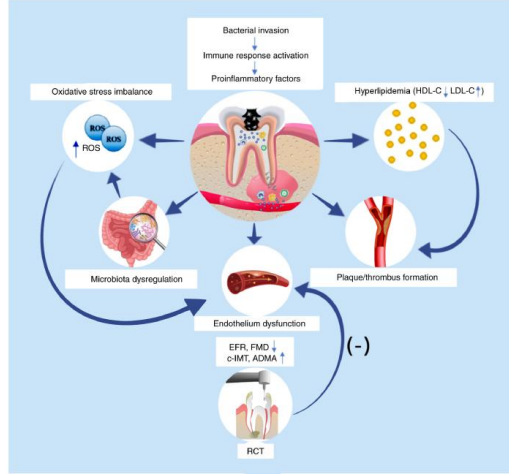
2. 1. Kardiyovasküler Sistem (KVS)

Angina pectoris ve myokard infarktüsü hikayesi olan hastalar genellikle β -blokerler, kalsiyum kanalını bloke edici ajanlar ve nitrovazodilatörler kullanırlar (DEMİRYÜREK, 2009). β -blokerler, lokal anesteziklerdeki epinefrin ile etkileşime girebilir ve hipertansif krize yol açabilir. Bu hastalarda vazokonstrüktörsüz ya da epinefrin dışında vazokonstrüktör içeren lokal anestezi kullanılmalıdır. Aritmi ya da kalp yetmezliği olan hastalarda minimal düzeyde lokal anestezi kullanılmıdır (1:100000'den 2 adet) (Malamed, 2020).

Aseptik çalışıldığında ve genişletme işlemleri kanal içinde sınırlı kaldığında endodontik tedavi bakteriyemiye neden olmamaktadır. Bununla beraber kanallar foramen apikaleden çıkılarak prepare edildiğinde bakteriyemi riski artmaktadır (Baumgartner et al., 2002). Bu nedenle riskli hastalarda endodontik tedavi antibiyotik profilaksisi gerektirir (Necmettin Erbakan Üniversitesi, 2018).

Bakteriyel endokardit kalp kapaklarının ve endokardın bakteriyel enfeksiyonudur (Wilson, 2007). Enfektif endokarditli bireylerin kanlarında en çok izole edilen bakteriler; S. viridans ve stafilokoklardır (Necmettin Erbakan Üniversitesi, 2018). Akut olanlarda genelde S. aureus, subakut olanlarda ise daha

çok streptokoklar neden olur (Mandell et al., 2020). Diş fırçalama, çiğneme gibi günlük rutin aktivitelerin neden olduğu geçici viridans grubu streptokok bakteriyemisinin bir sonucu olarak endokardit gelişme olasılığı çok daha fazladır (Çelebi et al., 2024).



Şekil 6 Dişin apikalinde bulunan bakteri veya toksinleri, immün sistemi harekete geçirdiğinde makrofaj, mast gibi hücrelerden proinflatuar sitokinler salgılanmaktadır. Bunun sonucu olarak serbest oksijen radikalleri oluşur, mikrobiyota disregüle olur, hiperlipidemi meydana gelir ve damarlarda plak ve trombüs formasyonu oluşur. Tüm bunlar endotel disfonksiyonuna neden olur. Ancak endodontik tedavi sonrası endotel disfonksiyonunun azaldığı fark edilmiştir (Ye et al., 2023).

Periapikal lezyon ve ateroskleroz arasındaki ilişkinin ratlar üzerinde incelendiği bir çalışmada; periapikal lezyona sahip aterosklerotik ratlarda trigliserit düzeylerinde ve karotid arter kalınlığında artış olduğu, ayrıca aterosklerozun periapikal lezyonlardaki inflamatuvar reaksiyonu ve kemik kaybını artırdığı sonucuna varılmıştır (Conti et al., 2020).

2.1.1. Kardiyovasküler Sistem Hastalıkları Dışında Profilaksi Önerilen Durumlar

- Kontrol altına alınmamış diyabet,
- İmmünsüpresyona neden olan hastalıklar ve ilaç tedavisi gören hastalar,
- Kemoterapi, radyoterapi alanlar,
- Hemofili hastaları,
- Daha önceden protetik eklem enfeksiyonu geçirmiş hastalar,
- Hidrosefali nedeniyle serebrospinal şant taşıyan hastalar,
- Kalıcı vasküler katateri olan diyaliz hastaları,
- Koroner stent uygulanan hastalarda ilk dört hafta (Necmettin Erbakan Üniversitesi, 2018).

AP'nin önerdiği temel koşullar Protez kalp kapağı veya materyali Kardiyak protez kapağının varlığı Protez kapakların transkateter implantasyonu Annuloplasti, halkalar veya klipsler dâhil olmak üzere cihazlarla kalp kapağı onarımı Sol ventriküler destek cihazları veya implante edilebilir kalp Önceki, relaps ya da rekürren EE KKH Palyatif şantlar ve kanallar dâhil olmak üzere onarılmamış siyanotik KKH. İşlemden sonraki ilk 6 ay içinde, ister ameliyatla ister transkateterle yerleştirilmiş, protez materyali veya cihazı ile tamamen onarılmış konjenital kalp defekti Bir prostetik yama veya protetik cihaz bölgesinde veya bu bölgeye bitişik rezidüel defektleri olan onarılmış KKH Melody valf ve Contegra konduiti gibi cerrahi veya transkateter pulmoner arter valfi veya kanal yerleşimi Kardiyak valvülopati gelişen kalp nakli alıcıları
Dental prosedürler için AP tavsiye edilmeyen durumlar Kalp pili veya benzeri cihazlar gibi vücuda yerleştirilebilir elektronik cihazların varlığı Tam kapanma sağlayan septal defekt kapatma cihazları Hemodiyaliz için kullananlar dâhil periferik vasküler greftler ve yamalar Koroner arter stentleri veya diğer vasküler stentler SSS ventriküloatriyal şantlar Vena cava filtreleri Pledgets

AP: Antibiyotik profilaksisi; KKH: Konjenital kalp hastalığı; SSS: Santral sinir sistemi; EE: Enfektif endokardit.

Şekil 7 Kardiyovasküler Sistem Hastalıklarında Dental Prosedürler için Antibiyotik Profilaksisi (Çelebi et al., 2024)

Durum	Ajan	Erişkin	Çocuk
Oral	Amoksisilin	2 g	50 mg/kg
Oral yolla alamayanlar	Ampisilin veya	2 g IM/IV	50 mg/kg IM/IV
	Sefazolin, Seftriakson	1 g IM/IV	50 mg/kg IM/IV
	Penisiline ya da ampisiline karşı alerjisi olanlarda-oral	Sefalekssin*	2 g
		Azitromisin, Klaritromisin	500 mg
Penisiline ya da ampisiline karşı alerjisi olanlarda ve oral yolla ilaç alamayanlarda		Doksisisilin	100 mg
			<45 kg, 2,2 mg/kg
			>45 kg, 100 mg
	Sefazolin veya Seftriakson†	1 g IM/IV	50 mg/kg IM/IV

Klindamisin, dental prosedürlerde uygulanan antibiyotik profilaksisi için artık önerilmemektedir. *Veya eş değer erişkin veya pediatrik dozlarda diğer birinci veya ikinci nesil oral sefalosporin; †Sefalosporinler, penisilin veya ampisilin ile ürtiker, anjiyödem veya anafilaksi öyküsü olan bir bireyde kullanılmamalıdır. IM: Intramusküler, IV: İntravenöz.

Şekil 8 Dental prosedürler için antibiyotik rejimleri (Çelebi et al., 2024).

İşlemden önce hasta antibiyotiği içmeyi unutursa işlem sonrası 2 saat içinde de profilaksi yapılabilir. Çapraz direnç nedeniyle ise oral floranın yeniden oluşması için diğer seansın en az 10 gün ertelenmesi gerekmektedir (Çelebi et al., 2024).

2.1.2. Antibiyotik Profilaksisi Önerilen veya Önerilmeyen Dental İşlemler

- **Profilaksi Önerilen Dental İşlemler**
- İntraoral sert ve yumuşak dokularda ciddi kanamaya neden olacak cerrahi işlemler,
 - Periodontal tedaviler,
 - Endodontik tedaviler,
 - İntraligament anestezi,
 - Avulse dişlerin reimplantasyonu,
 - Dental implant uygulaması,
 - Subgingival strip yerleştirilmesi,

- Ortodontik bant yerleştirilmesi,
- Profilaktik olarak dişlerin ve implantların temizliği sırasında beklenmeyen bir kanama ile karşılaşılması (Necmettin Erbakan Üniversitesi, 2018).

- **Profilaksi Önerilmeyen Dental İşlemler**

- Restoratif dental tedaviler,
- Lokal anestezi uygulaması (intraligamenter dışında),
- Kanal içi post ve rubber-dam uygulaması,
- Sütürlerin alınması,
- Hareketli ortodontik ve protetik apareylerin yerleştirilmesi,
- Ortodontik aparey ve braketlerin yerleştirilmesi,
- Ölçü alınması,
- Topikal florür uygulaması,
- Oral radyografların alınması (Necmettin Erbakan Üniversitesi, 2018).

2.1.3. Vazokonstriktörlü Lokal Anesteziklerden Kaçınılması Gereken KVS Hastalıkları

- Kontrolsüz hipertansiyon,
- Tedaviye dirençli aritmiler,
- Son 1 ay içinde geçirilmiş MI,
- Son 3 ay içinde geçirilmiş bypass,
- Kontrolsüz konjestif kalp yetmezliği (Balakrishnan & Ebenezer, 2013).

2.2. Koroner Arter Hastalıkları (KAH)

Önceden koroner oklüzyon hikayesi olan ve antikoagülan kullanan hastalarda; cerrahi olmayan tedaviler ve vital pulpa ekstirpasyonu dahil olmak üzere kanama riski düşük işlemler olduğu için antikoagülan kesilmemelidir (DOGANAY et al., 2019). Cerrahi girişimde ise konsülte edilip, tedavi eden hekim tavsiyesi alınmalıdır (Scully & Wolff, 2002).

Coumadin kullanan hastanın cerrahi girişimine izin veren INR değeri 3.5 ve altıdır (Broekema et al., 2014).

En yaygın kardiyovasküler sistem hastalıklarından olan koroner arter hastalığında apikal periodontitis riski, koroner arter hastalığı olmayanlardan neredeyse üç kat daha fazladır (Costa et al., 2014).

2. 3. Hipertansiyon

Hipertansiyonlu hastada epinefrin içermeyen lokal anestezi kullanımı tavsiye edilmiştir. Ancak endodontik tedavilerde daha ileri bir anestezi derinliği gerekmektedir. Hasta tarafından hissedilen bir ağrı kendi sisteminden daha fazla miktarda epinefrin salgılanmasında neden olmaktadır. Hipertansiyon hastalarında tedavi seansı bir saati geçmemelidir (Özcan, 2022).

Kategori	SKB (mmHg)		DKB (mmHg)
Normal	<120	ve	<80
Artmış	120–139	ve/veya	80–89
Hipertansiyon	≥140	ve/veya	≥90
Evre 1	140–159	ve/veya	90–99
Evre 2	≥160	ve/veya	≥100

SKB: Sistolik kan basıncı; DKB: Diyastolik kan basıncı.

Şekil 9 Kan basıncı sınıflandırması (Aydoğdu et al., 2019).

Hipertansiyon hastalarında aynı zamanda apikal periodontitisin yaygınlığı yüksek oranda artmıştır (Segura-Egea et al., 2010). Hipertansif hastalarda apikal periodontitis yaygınlığı, anjiyotensin-2 reseptör blokleri ile tedaviyi takiben belirli şekilde azalır (Katz & Rotstein, 2021).

Ratlar üzerinde yapılan bir çalışmada hipertansiyonun MTA ve Biodentin biyouyumluluğu ve biyomineralizasyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Hipertansif olanlarda normotansiflere göre MTA ve biodentinin inflamatuvar reaksiyonunun arttığı ve biyomineralizasyon kapasitesinin azaldığı tespit edilmiştir (Cosme-Silva et al., 2019).

2. 4. Akut Eklem Romatizması (Akut Romatizmal Ateş)

Ateşli romatizma geçiren hastalar tekrarlayan ataklara ve kalp hasarına karşı daha duyarlıdır. Bu hastalarda kalp kapakçıklarında kalıcı hasar ve bunun sonucunda konjestif kalp yetmezliği gelişebilir (World Health Organization, 2004). Anamnezinde ateşli romatizma hastalığı hikayesi bulunan hastalar enfektif endokardit geçirmeye yatkındır. Bu nedenle endodontik tedavi öncesi profilaktik olarak antibiyotik verilmelidir (Necmettin Erbakan Üniversitesi, 2018).

2. 5. Romatoid Artrit

Genellikle küçük eklemlerin simetrik tutulumu vardır (Hatemi & Yazıcı, 2006). Romatoid artrit ile apikal periodontitis arasında pozitif bir ilişki olduğu ve romatoid artritin osteolitik yıkımının periapikal alveolar kemiğe de zarar verebileceğini ileri sürmektedir (Oh et al., 2008; Ye et al., 2023).

Hayvanlarda apikal periodontitisin, romatoid artrit şiddeti üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada; romatoid artrit bulgularının, apikal periodontitisi olan hayvanlarda daha şiddetli olduğu görülmüştür (Damiani et al., 2024).

2.6. Diyabet

Diyabetes mellitus hastalarında dental tedavilerinin sabah saatlerinde planlanması önerilmektedir (American Diabetes Association, 2024). Kontrolsüz diyabetli hastalarda ve kan glukoz düzeyi yüksek olan bireylerde; akut enfeksiyon varlığında invaziv cerrahi işlemler öncesi profilaktik antibiyotik gereklidir (Sykara et al., 2022). Diyabetik hastalarda epinefrin sempatik sinir sistemini uyarak kan glikoz seviyesinin artmasına neden olur (Bruce et al., 1992).

Kontrolsüz diyabet ve kardiyak komplikasyonlarının görüldüğü hastalarda 1:100000 epinefrin içeren en fazla 2 ampul lokal anestezi yapılabilir. Diyabetli bireylerde prognoz şüpheli ise enfeksiyon kaynağının tutulması yerine çekim düşünülebilir. Özellikle juvenil diyabetlilerde, mikrovasküler değişikliklere bağlı olarak çürüksüz pulpa lezyonları gözlenmiştir (Neville et al., 2016).

Zayıf glisemik kontrol, diyabet hastalarında apikal periodontitis yaygınlığını artırır ve ilerlemesini hızlandırır (Chung et al., 2024). Buna karşılık; metformin ve statinlerin kullanımı diyabetli hastalarda apikal periodontitisin iyileşmesini destekler (Yip et al., 2021).

Diyabetik hastalarda endodontik problemlerin ve komplikasyonların daha çok olmasının esas sebebi dentindeki bazı inorganik eser elementlerin düşük olmasıdır. Özellikle kontrol altında olmayan diyabet hastalarında, endodonti tedavi sonrası post-op ağrılar, geç iyileşmeler, flare-up gibi durumlar olabilir. Bunun altında yatan sebeplerden biri de dentinin inorganik yapısındaki element değişiklikleri ve kristal yapısındaki farklılıklardır (Saghiri et al., 2023).

Tip 2 diyabetli hastalarla karşılaştırıldığında kanal tedavisi sonrası vertikal kök kırığı oluşma riski, sistemik olarak sağlıklı bireylere kıyasla 2,65 kat daha fazladır. Nedeni ise; tip 2 diyabetli ve vertikal kök kırığı olanlarda kök dentini daha fazla pentosidin, kolajen çapraz bağlanma oranı, mineral kolajen oranı ve sklerotik dentin seviyelerine sahiptir (PradeepKumar et al., 2024).

2.7. Tiroid

Tedavi edilmemiş veya tedavi altında olan ciddi hipertiroid hastalarında vazokonstrüktöre duyarlılık artmaktadır. Diş tedavisi stresi ile birleşince akut tiroid krizine yol açabileceğinden vazokonstrüktörsüz lokal anestezi kullanılmalıdır (Malamed, 2020).

2.8. Pulmoner Hastalıklar

Endodontik tedavi esnasında lokal anestezi sonrası veya pulpa ekstirpasyonu gibi stimüle edici faktörler sonrası astım atağı geçirebilir (Little & Falace, 1993). Epinefrinli lokal anestezi tercih edilir çünkü bronş düz kaslarını gevşetir (Erdem et al., 2020). Teofilin kullananlarda toksik etki nedeniyle makrolid grubu tercih edilmemelidir. Nonsteroid antiinflamatuvar ilaçların kullanımı astım atağını tetikleyebilir. Solunum yetmezliğinde hastalar yarı yatmış pozisyonda tedavi edilmelidir. Diş tedavisi sırasında akut astım atağı durumunda işlem durdurulmalı, yabancı cisim aspirasyonunu önlemek için ağız içi malzemeler çıkarılmalı ve akut astım alevlenmesini yönetmek için acil protokolü başlatılmalıdır (Wynne, 2018). Hastanın kullandığı astım ilaçları ve oksijen verilir. Eğer düzelme sağlanamıyorsa IV olarak kortizon verilebilir (Global Initiative for Asthma, 2024).

Tüberküloz; damlacık yoluyla yayılabilen enfektif bir hastalıktır (Tobin & Tristram, 2024). Aktif periyotta dental tedaviler ertelenmelidir (Kohn et al., 2003).

2.9. Hepatit

Çapraz enfeksiyonu önlemek için malzemeler özenle steril edilmelidir. Steril edilemeyen alanlarda uygun yüzey dezenfektanları (örneğin alkol, klor bileşikleri) kullanılmalıdır. %2'lik gluteralehit gibi yüksek düzey dezenfektanlar üretici talimatlarına göre kullanılmalıdır (Kohn et al., 2003). Karaciğer fonksiyonlarında azalma olduğundan eritromisin gibi karaciğerden atılan herhangi bir ilaç bu hastalara uygulanmamalıdır (Demir & Birdane, 2015).

2.10. Kan Hastalıkları

Aşırı kanama hikayesi olan hastalarda infiltrasyon anestezisi yapılmalıdır. Trombosit sayısı 20,000/mm³ altında olan hastalarda mandibular anestezi ve diş etinde kanamaya neden olabilecek her şeyden uzak durulmalıdır. Bu hastalarda en uygun analjezik parasetamoldür (Little & Falace, 1993).

Antikoagülan kullanan hastalar, hekimine konsülte edilmelidir. Hastaya verilecek antibiyotik veya ilaçlar warfarin ile etkileşime girebilir. Özellikle aspirin ve nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar antikoagülan etkinin artmasına neden olabilir. Tetrasiklinler K vitamini yapımını azaltarak warfarinin etkisini artırabilir. Penisilin grubu antibiyotiklerin bazı durumlarda warfarinin etkisini artırabileceği bildirilmiştir (Little & Falace, 1993).

Kemoterapi gören lösemi hastalarında kemik iliği baskılanması söz konusudur. Dental tedavi dönemi kemoterapiye başlanmadan önce

planlanmalıdır. Profilaksi ve kanama ile ilgili önlemler alınmalı, dental işlemler hematolojik değerlere göre planlanmalıdır (Zimmermann et al., 2015).

2.11. Hamilelik

Oral kontraseptif kullanan kadınlarda eş zamanlı olarak geniş spektrumlu antibiyotik kullanılması beklenmeyen hamileliklere neden olabilir (Şahin & Özduşna, 2017).

Epinefrin içeren lokal anestezipler güvenli kabul edilir ve bunlar FDA B veya C kategorisindedirler (Çiçek & Arıcıoğlu, 2022). Antibiyotik gerekli ise penisilin ilk tercih olmalıdır (Emiroğlu & Sakin, 2022). Asetaminofenler FDA B grubundadır ancak erken dönem kullanımlarında çocukluk döneminde solunum yolu hastalıkları ile ilişkili olabileceği gösterilmiştir (Şavlı, 2012). Aspirin ve nonsteroid antiinflatuar ilaçlar önerilmemektedir (Özbudak et al., 2016).

Tedavi için en uygun dönem 2. trimesterdir. Supin hipotansif sendrom riski yüzünden koltukta sola dönük oturmalı ve tam yatar pozisyona getirilmemelidir (Tozar & Almaz, 2021).

Periodontitisli hamilelerde preeklampsi riski fazladır (Selvi & Çekici, 2022).

2.12. Malignensi

Çeneye en çok metastaz yapan maligniteler akciğer, prostat, tiroid ve meme kanserleridir (Kumar & Manjunatha, 2013). Bu metastatik lezyonlar endodontik lezyonları taklit edebilirler. Kemoterapi ve baş-boyun bölgesinden radyoterapi alan hastalarda iyileşme bozulabileceğinden mutlaka konsülte edilmelidir. Radyoterapiye bağlı olarak osteoblast, osteosit sayısı azalabilir. Semptomatik devital dişlerin tedavisi kemoterapi başlamadan önce yeterli iyileşme süresi bırakacak şekilde yapılmalıdır (Little et al., 2017).

2.13. Çenelerin Medikasyon İlişkili Osteonekrozu

Hasta antianjiyogenetik bir ilaç veya bifosfanat kullanıyorsa, maksillofasiyal bölgede 8 haftadan uzun süredir var olan ekspoz ve nekrotik kemik varsa ve radyoterapi hikayesi yoksa medikasyon ilişkili osteonekroz tanısı konulabilmektedir. Bifosfanatlar; antianjiyogenetiktir, osteoklastik aktiviteyi inhibe eder ve kemik metastazı olan kanser hastalarında kullanılırlar. En fazla risk, nitrojen içeren bifosfanatı IV alan kemik metastazlı karsinom ve multiple myeloma hastalarında görülür (Şentürk & Koçer, 2017).

Osteonekroz riski olan hastalarda öncelikli tedavi endodontik yaklaşım olmalıdır (Ruggiero et al., 2014).

Bifosfanat kullanan hastalarda enfeksiyon varsa agresif sistemik antibiyotik endikedir (Şentürk & Koçer, 2017).

Avrupa Endodonti Derneği IV bifosfanat kullanan hastalarda endodontik cerrahi öncesi profilaksi önermektedir (Çelebi et al., 2024).

2.14. AIDS

Kanal tedavisi başarılı bir iyileşme açısından değerlendirildiğinde, kronik apikal periodontitisli dişlerin prognozu HIV enfekte olmayan hastalarla aynıdır (Gama et al., 2016).

Acil tedavi gerektiren durumlarda, şiddetli immünsüpresyon veya nötropeni varlığında antibiyotik profilaksisi düşünülmelidir (Little et al., 2017).

2.15. Geç Dönem Böbrek Hastaları ve Diyaliz

Amerikan Kalp Birliğinin önerisine göre bu hastalarda apse drenajı veya insizyonu yapılmadıkça invaziv dental işlemlerde profilaksi gerekmemektedir (Werner & Saad, 1999). Konsültasyon yapılmalıdır (Gundogdu et al., 2024). Asetaminofen, aspirin, amoksisilin ve penisilin gibi ilaçlarda doz ayarlaması yapmak gerekir (Little et al., 2017).

Dental tedavi diyaliz ile aynı gün yapılmamalı, sonraki gün yapılmalıdır (Cerveró et al., 2008).

Kronik böbrek yetmezliğinde sekonder gelişen hiperparatiroidi durumunda endodontik lezyonları taklit eden lezyonlar gelişebilir (Pass et al., 2017).

2.16. Eklem Protezi

Dental işlemler için antibiyotik profilaksisi artık önerilmemektedir. Enfeksiyon ve kanama riski göz önünde bulundurulmalı ve konsülte edilmelidir. (Çelebi et al., 2024).

2.16.1. Kanama ve Enfeksiyon Riskini Artıran Durumlar

- İmmünsüpresyon,
- Tip 1 diyabet,
- Enfeksiyon hikayesi,
- Yetersiz beslenme,
- Hemofili (Steckelberg & Osmon, 2000).

2.17. Nörolojik Hastalıklar

Epilepsi; kontrol altındaki hastaların diş tedavileri yapılabilir, lokal anestezi maddeler kullanılabilir (Little et al., 2017). Ancak diş tedavisi stresi, açlık, yorgunluk nöbetin başlamasını uyandırabilir (Scully et al., 2007). Epilepsi nöbetlerinin sık sık ortaya çıkması diş tedavisini riskli duruma getirir. Tamamen kontrol altına alınana kadar acil olmayan diş tedavileri ertelenmelidir (Little et al., 2017).

2. 18. Demans

Şiddetli demans gösteren kişilerde zaman alıcı ve karmaşık dış tedavilerinden kaçınılmalıdır. Sedasyondan yararlanılabilir (Alaçam, 2012).

2. 19. Metabolik Sendrom ve Önemi

Türkiye Endokrinoloji Derneği'nin tanımına göre metabolik sendrom; abdominal obezite, diabetes mellitus, dislipidemi, hipertansiyon ve koroner arter hastalığı gibi sistemik bozuklukların birbirine eklendiği ölümcül bir endokrinopatidir. Bu 5 bulgudan en az üçünün bir araya gelmesiyle görülür. Prevalans yaş ile artmakta, ülkemizde 60-69 yaş gurubunda %43,5 oranında görülmektedir. Yapılan bir çalışmada diyabeti bulunan apikal periodontitisli ratlarda metabolik sendrom gelişme riskinin arttığı görülmüştür (Sarmiento et al., 2025).

SONUÇ

Endodontik tedavi planlanırken hastanın yaşı ve sistemik hastalıkları önemli bir rol oynamaktadır. Geriatrik hastalarda yaşlanmayla pulpa ve dentin dokularında meydana gelen değişiklikler, endodontik tedaviyi zorlaştırıp prognozu etkileyebilmektedir. Bununla birlikte uygun tanı, doğru yapılan tedavi planlaması ve dikkatli klinik uygulamalar başarıyı artırılabilir.

Sistemik hastalıkların varlığı, dental tedavi yaklaşımını doğrudan etkilemektedir. Dental tedavi öncesinde ayrıntılı anamnez atlanmamalı ve gerekli durumlarda ilgili hekimlere medikal konsültasyon yapılmalıdır. Ayrıca kullanılan ilaçların etkileşimlerinde, kanama riskinde, enfeksiyon kontrolü sağlanmasında daha dikkatli olunmalıdır.

Sonuç olarak, dental tedaviler yalnızca lokal işlemler olarak değerlendirmemeli, hastanın sistemik durumu da beraberinde göz önünde bulundurulmalıdır. Böylelikle, olası komplikasyonların önüne geçilmesi ve yapılan tedavi başarısının artırılması sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Alaşam, T. (2012). *Endodonti*. Özyurt Matbaacılık.
- American Diabetes Association. (2024). Standards of Medical Care in Diabetes—2024. *Diabetes Care*.
- Aşçı, S. K. (2014). *Endodonti*. Quintessence.
- Aydoğdu, S., Güler, K., Bayram, F., Altun, B., Derici, Ü., Abacı, A., Tükek, T., Sabuncu, T., Arıcı, M., & Erdem, Y. (2019). Türk Hipertansiyon Uzlaşı Raporu 2019. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, 47(6), 535–546.
- Balakrishnan, R., & Ebenezer, V. (2013). Contraindications of vasoconstrictors in dentistry. *Biomedical & Pharmacology Journal*, 6(2), 409.
- Baumgartner, J. C., Bakland, L. K., & Sugita, E. I. (2002). Microbiology of Endodontics and Asepsis in Endodontic Practice. *Ingle JI, Bakland LK. Endodontics. 5th ed. London: Bc Decker*, 63.
- Bayırlı, G. (1999). *Endodontik Tedavi 2*. İstanbul Üni. Diş Hekimliği Fak. Yay.
- Bender, S. a. (1984). *The Dental Pulp*. Quintessence Publishing Co, Inc.
- Bernick, S., & Nedelman, C. (1975). Effect of aging on the human pulp. *Journal of endodontics*, 1(3), 88–94.
- Broekema, F. I., van Minnen, B., Jansma, J., & Bos, R. R. (2014). Risk of bleeding after dentoalveolar surgery in patients taking anticoagulants. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 52(3), e15–e19.
- Bruce, D., Chisholm, D., Storlien, L., Kraegen, E., & Smythe, G. (1992). The Effects of Sympathetic Nervous System Activation and Psychological Stress on Glucose Metabolism and Blood Pressure in Subjects with Type 2 (Non-Insulin-Dependent) Diabetes Mellitus. *Diabetologia*, 35, 835–843.
- Cerveró, A. J., Bagán, J. V., Soriano, Y. J., & Roda, R. P. (2008). Dental management in renal failure: patients on dialysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 13(7), E419–426.
- Chung, Y.-L., Lee, J.-J., Chien, H.-H., Chang, M.-C., & Jeng, J.-H. (2024). Interplay Between Diabetes Mellitus and Periodontal/Pulpal-Periapical Diseases. *Journal of Dental Sciences*.
- Conti, L. C., Segura-Egea, J., Cardoso, C. d. B. M., Benetti, F., Azuma, M. M., Oliveira, P., Bomfim, S. R. M., & Cintra, L. (2020). Relationship between apical periodontitis and atherosclerosis in rats: lipid profile and histological study. *International Endodontic Journal*, 53(10), 1387–1397.
- Cosme-Silva, L., Dal-Fabbro, R., Gonçalves, L. d. O., PRADO, A. S. A. d., Piazza, F. A., Viola, N. V., Cintra, L. T. A., & Gomes Filho, J. E. (2019).

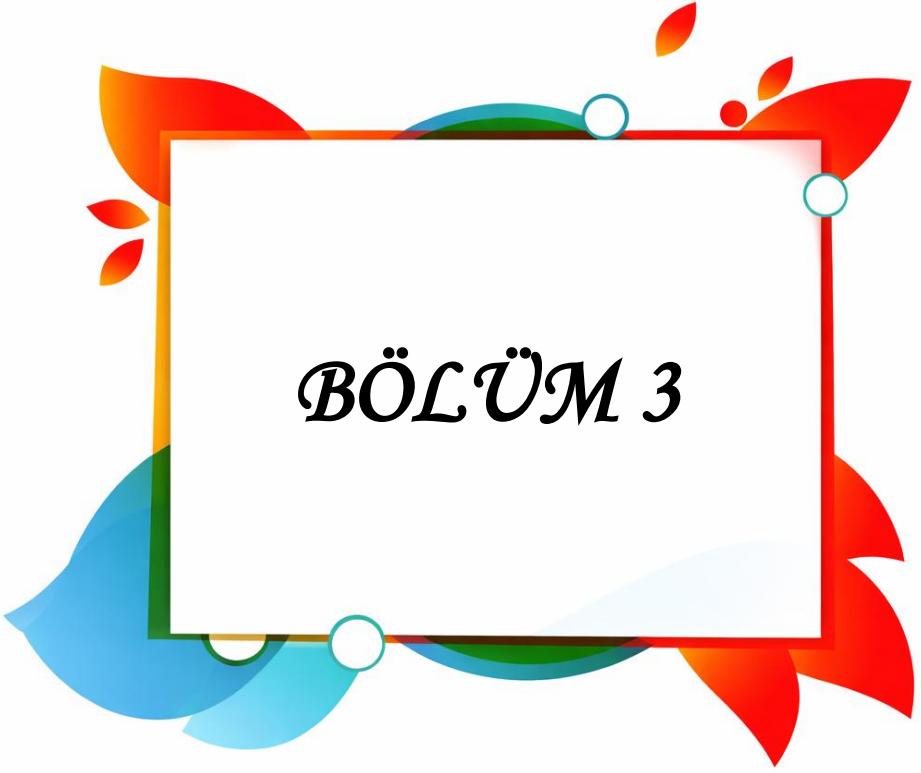
- Hypertension affects the biocompatibility and biomineralization of MTA, High-plasticity MTA, and Biodentine®. *Brazilian oral research*, 33, e060.
- Costa, T. H. R., de Figueiredo Neto, J. A., de Oliveira, A. E. F., e Maia, M. d. F. L., & de Almeida, A. L. (2014). Association Between Chronic Aical Periodontitis and Coronary Artery Disease. *Journal of Endodontics*, 40(2), 164–167.
- Çelebi, A., Küçük, A. Ö., & Atil, F. (2024). Diş Hekimliğinde Düünden Bugüne Antibiyotik Profilaksisi (Amerikan Kalp Derneği'nin Önerileri): Sistematik Derleme. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 30(2), 312–321.
- Çiçek, A. G. M., & Arıcıoğlu, Ö. Ü. B. (2022). Diş Hekimliğinde Akılcı İlaç Kullanımı. *DIŞ HEKİMLİĞİNDE GÜNCEL BİLGİLER*, 97.
- Dağıstan, S., & Miloğlu, Ö. (2015). The relationship of the chronic renal failure with carotid artery calcifications, dental pulp calcifications and dental pulp stones. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 25(3).
- Damiani, B. A. M., Pinto, K. P., Ferreira, C. M. A., Sarmento, E. B., de Lima, C. O., Cassimiro, C. S., Sassone, L. M., & da Silva, E. J. N. L. (2024). Apical periodontitis as an aggravating factor for the severity of rheumatoid arthritis: An animal study. *International Endodontic Journal*, 57(11), 1669–1681.
- Demir, H., & Birdane, Y. O. (2015). Hepatotoksik Antibiyotikler.
- DEMİRYÜREK, T. (2009). Antianjinal İlaçlar. *Türkiye Klinikleri Cardiology-Special Topics*, 2(5), 19–31.
- DOGANAY, Ö., YÜCESOY, T., & ALKAN, A. (2019). Diş Hekimliği Pratiğinde Oral Antikoagulan Ajan Kullanan Hastalara Yaklaşım.
- Emiroğlu, S. B., & Sakin, F. (2022). Gebelikte İlaç Kullanımı ve Teratojenite. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, 13(2), 90–98.
- Erdem, A. O., Erel, V. K., Girit, Ö., Erdoğan, H., Özkısacık, S., & Yazıcı, M. (2020). Effects of Local Anesthetics on Smooth Muscle Tissue in Rat Trachea: An in Vitro Study. *Turkish Thoracic Journal*, 21(4), 223.
- Gama, T. G. V., Pires, F. R., Armada, L., & Gonçalves, L. S. (2016). Cellular profile and expression of immunologic markers in chronic apical periodontitis from HIV-infected patients undergoing highly active antiretroviral therapy. *Journal of endodontics*, 42(6), 921–927.
- Global Initiative for Asthma. (2024). *Global Strategy for Asthma Management and Prevention*.
- Gundogdu, S., Erbahceci, D., Atesci, A. A., & Kaval, M. E. (2024). Endodontic Treatment Approach in Patients with Chronic Kidney Disease. *Current Oral Health Reports*, 11(4), 318–322.

- Hatemi, G., & Yazıcı, H. (2006). Romatoid Artrit Kliniği. *Türkiye Klinikleri Journal of Internal Medical Sciences*, 2(25), 12–17.
- Katz, J., & Rotstein, I. (2021). Prevalence of periapical abscesses in patients with hypertension: a cross-sectional study of a large hospital population. *Journal of endodontics*, 47(7), 1070–1074.
- Kohn, W. G., Collins, A. S., Cleveland, J. L., Harte, J. A., Eklund, K. J., & Malvitz, D. M. (2003). Guidelines for infection control in dental health-care settings-2003. *MMWR Recomm Rep*, 52(17), 1–61.
- Kumar, G., & Manjunatha, B. (2013). Metastatic tumors to the jaws and oral cavity. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 17(1), 71–75.
- Little, J. W., & Falace, D. A. (1993). *Dental management of the medically compromised patient*. Mosby Elsevier Health Science.
- Little, J. W., Miller, C., & Rhodus, N. L. (2017). *Dental Management of the medically compromised Patient-E-Book: Dental Management of the medically compromised patient-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Malamed, S. F. (2020). *Handbook of Local Anesthesia* (7 ed.). Elsevier.
- Mandell, G. L., Bennett, J. E., & Dolin, R. (2020). *Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases* (9 ed.). Elsevier.
- Mendis, B., & Darling, A. (1979). Distribution with age and attrition of peritubular dentine in the crowns of human teeth. *Archives of Oral Biology*, 24(2), 131–139.
- Mjör, I. (1986). Age changes in the teeth. *Geriatric Dentistry. Copenhagen: Munksgaard*, 94–101.
- Necmettin Erbakan Üniversitesi. (2018). *Antibiyotik Profilaksi Rehberi*.
- Neville, B. W., Damm, D. D., Allen, C. M., & Chi, A. C. (2016). *Oral and Maxillofacial Pathology* (4 ed.). Elsevier.
- Newton, C. W., & Coil, J. (2006). Geriatric endodontics. *Pathways of the pulp. 9th ed. St Louis: Mosby-Elsevier*, 883–917.
- Oh, W.-M., Hwang, I.-N., Son, H.-H., & Hwang, Y.-C. (2008). Rapid periapical bone destruction during endodontic treatment of a patient with rheumatoid arthritis. *Journal of endodontics*, 34(10), 1261–1263.
- Ozkan, Y., Özcan, M., Kulak, Y., Kazazoglu, E., & Arikan, A. (2011). General health, dental status and perceived dental treatment needs of an elderly population in Istanbul. *Gerodontology*, 28(1), 28–36.
- Özbudak, H., Ünal, Z., & Sabuncupğlu, S. (2016). Gebelikte Non-Steroidale Antiinflatuar İlaçların Kullanımının Değerlendirilmesi. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 20(2), 64–71.

- Özcan, R. (2022). *Loklal Anesteziklerin Diş Hekimliğinde Kullanımı* İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi].
- Pass, B., Mercer, J., Majd, N. M., Glascoe, A., & Brown, R. S. (2017). Oral Radiographic Evidence of Secondary Hyperparathyroidism in an End-Stage Renal Failure Patient: A Case Report. *Northwest Dentistry Journal*, 96(2), 33–38.
- Plačková, A., & Vahl, J. (1974). Ultrastructure of mineralizations in the human pulp. *Caries Research*, 8(2), 172–180.
- PradeepKumar, A. R., JothiLatha, S., Durvasulu, A., Muralidhar, L., Alagu, J. V., Shereen, J., & Kishen, A. (2024). Impact of Type 2 Diabetes Mellitus on the Occurrence of Vertical Root Fracture: A Case Control Study *Journal of Endodontics*, 50(4), 450–455. e451.
- Rossmann, I. (1979). *Clinical Geriatrics 2/E CB*. Lippincott.
- Ruggiero, S. L., Dodson, T. B., Fantasia, J., Goodday, R., Aghaloo, T., Mehrotra, B., & O’Ryan, F. (2014). American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons position paper on medication-related osteonecrosis of the jaw—2014 update. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 72(10), 1938–1956.
- Saghiri, M. A., Vakhnovetsky, J., Samadi, E., Napoli, S., Samadi, F., Conte, M., & Morgano, S. M. (2023). Effects of diabetes on elemental levels and nanostructure of root canal dentin. *Journal of endodontics*, 49(9), 1169–1175.
- Sarmiento, E. B., Sassone, L. M., Pinto, K. P., Ferreira, C. M. A., da Fidalgo, T. K. S., Lopes, R. T., Alves, A. T. N. N., Freitas-Fernandes, L. B., Valente, A. P., & Neves, R. H. (2025). Evaluation of a Potential Bidirectional Influence of Metabolic Syndrome and Apical Periodontitis: An Animal-Based Study. *International Endodontic Journal*.
- Scully, C., Dios, P. D., & Kumar, N. (2007). Special care in dentistry: handbook of oral health care. (No Title).
- Scully, C., & Wolff, A. (2002). Oral surgery in patients on anticoagulant therapy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 94(1), 57–64.
- Segura-Egea, J. J., Jimenez-Moreno, E., Calvo-Monroy, C., Ríos-Santos, J. V., Velasco-Ortega, E., Sánchez-Domínguez, B., Castellanos-Cosano, L., & Llamas-Carreras, J. M. (2010). Hypertension and dental periapical condition. *Journal of endodontics*, 36(11), 1800–1804.
- Selvi, F., & Çekici, D. (2022). *Periodontal Sağlık Genel Sağlık İlişkisinin Değerlendirilmesi* TC İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi].
- Sicher, H. (1962). *Orban's Oral Histology and Embryology*. Mosby.

- Steckelberg, J. M., & Osmon, D. R. (2000). Prosthetic joint infections. *Infections associated with indwelling medical devices*, 173–209.
- Sykara, M., Maniatakos, P., Tentolouris, A., Karoussis, I. K., & Tentolouris, N. (2022). The necessity of administering antibiotic prophylaxis to patients with diabetes mellitus prior to oral surgical procedures-a systematic review. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 16(10), 102621.
- Şahin, E., & Özturna, Y. (2017). Interactions of Oral Contraceptives with Drugs, Plant and Foods. *Lectio Scientifica*, 1(1), 40–52.
- Şavlı, E. (2012). Gebelikte Parasetamol Kullanımı. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*, 29(2), 91–94.
- Şentürk, M. F., & Koçer, G. (2017). İlaça Bağlı Olarak Çene Kemiklerinde Görülen Osteonekroz (Mronj): Derleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(2), 50–57.
- Tobin, E. H., & Tristram, D. (2024). Tuberculosis overview. In *StatPearls [Internet]*. statpearls publishing.
- Torabinejad, W. (2011). *Endodonti Temel İlkeler ve Uygulamalar* (P. D. R. Erişen, Ed.). Nobel Tıp Kitabevleri.
- Tozar, K. N., & Almaz, M. E. (2021). Hamilelikte ve Yeni Doğan Çocuklarda Ağız Diş Sağlığı. *Dental and Medical Journal-Review*, 3(1), 55–67.
- Werner, C. W., & Saad, T. F. (1999). Prophylactic antibiotic therapy prior to dental treatment for patients with end-stage renal disease. *Special Care in Dentistry*, 19(3), 106–111.
- Wilson, W. (2007). Prevention of infective endocarditis: guidelines from the American Heart Association. *Circulation*, 116(15), 1736–1754.
- World Health Organization. (2004). *Rheumatic fever and rheumatic heart disease: report of a WHO Expert Consultation*.
- Wynne, C. (2018). Endodontics in Systemically Compromised Patients. *Common complications in endodontics: prevention and management*, 263–292.
- Ye, L., Cao, L., Song, W., Yang, C., Tang, Q., & Yuan, Z. (2023). Interaction Between Apical Periodontitis and Systemic Disease. *International Journal of Molecular Medicine* 52(1), 1–19.
- Yip, N., Liu, C., Wu, D., & Fouad, A. F. (2021). The association of apical periodontitis and type 2 diabetes mellitus: a large hospital network cross-sectional case-controlled study. *The Journal of the American Dental Association*, 152(6), 434–443.
- Yüksel, T. (2024). *Endodontik Radyoloji*. Vadi Grup Basım.

Zimmermann, C., Meurer, M. I., Grando, L. J., Gonzaga Del Moral, J. A., da Silva Rath, I. B., & Schaefer Tavares, S. (2015). Dental treatment in patients with leukemia. *Journal of oncology*, 2015(1), 571739.



BÖLÜM 3

Endodontide Başarısızlık Nedenleri

Aybüke İnel¹ & Safa Kurnaz²

1.Giriş

Başarı kavramı, geniş anlam içeriği ve çok boyutlu yapısı nedeniyle farklı alanlarda değişik biçimlerde değerlendirilebilmektedir. Diş hekimliğinde de klinik uygulamalar ve tedavi yaklaşımlarına bağlı olarak başarı kriterleri farklılık göstermektedir. Endodontik tedavilerde başarı ya da başarısızlığın belirlenmesi, histolojik, klinik ve radyografik bulguların birlikte değerlendirilmesini gerektirir (Çelik & Belli, 2012).

Gerçek başarı, histolojik olarak periapikal dokulardaki inflamasyonun tamamen ortadan kalkması ve dokuların sağlıklı yapısına kavuşması ile tanımlanmaktadır. Ancak histolojik değerlendirmelerin invaziv olması ve klinikte rutin olarak uygulanamaması nedeniyle bu yöntemler sınırlıdır. Bu nedenle klinik uygulamalarda tedavi başarısı daha çok hastanın semptomlarının ortadan kalkması, dişin fonksiyonunu sürdürebilmesi ve radyografik olarak periapikal iyileşmenin gözlenmesi gibi kriterlere göre değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, histolojik iyileşme ideal başarı ölçütü kabul edilse de, pratikte klinik ve radyografik bulgular daha yaygın ve güvenilir göstergeler olarak kullanılmaktadır (Çelik & Belli, 2012; Fransson & Dawson, 2023; Mehta et al., 2025).

Klinik perspektiften bakıldığında başarı; ağrı, hassasiyet, şişlik ve fistül varlığının olmaması ile fonksiyonun sağlanması şeklinde tanımlanırken, radyografik başarı periapikal radyolüsensinin küçülmesi veya tamamen iyileşmesi ile ilişkilidir. Bununla birlikte, lezyonun yalnızca küçülmesi ya da stabil kalması durumlarının değerlendirilmesi konusunda literatürde görüş birliği bulunmamaktadır. Tedavi sonucunun doğru ve güvenilir bir şekilde değerlendirilebilmesi için, hastaların 6 ay ile 4 yıl arasında değişen bir süre boyunca düzenli olarak takip edilmesi gerekmektedir. Bu takip süreci, iyileşmenin seyrinin izlenmesine ve olası başarısızlık bulgularının zamanında tespit edilmesine olanak sağlayarak, yapılan değerlendirmenin daha sağlıklı ve anlamlı olmasını sağlar (McCaul ve ark., 2001; Şahinkesen, 2006).

¹ Arş. Gör., Endodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kütahya/TÜRKİYE, ORCID: 0009-0003-1719-7196

² Doç. Dr., Endodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kütahya/TÜRKİYE, ORCID: 0000-0002-8079-7536

Kök kanal tedavisinde başarısızlığın temel nedeni çoğunlukla kök kanal sistemi veya periradiküler dokulardaki persistan mikrobiyal enfeksiyon olup, enfeksiyon kontrolü kritik öneme sahiptir. Bununla birlikte periapikal lezyon varlığı, sinüs yolu oluşumu, kök çatlakları, koronal yapının restore edilebilirliği ve periodontal durum gibi biyolojik ve restoratif faktörler de tedavi sonucunu doğrudan etkilemektedir. Ayrıca karmaşık diş anatomileri ve yetersiz kemomekanik preparasyon gibi durumlar tedaviyi zorlaştırırken perforasyon, alet kırığı ve basamak oluşumu gibi iyatrojenik hatalar da özellikle enfekte vakalarda başarısızlık riskini artırabilmektedir. Buna rağmen, tüm işlemler ideal şekilde gerçekleştirilse dahi bazı olgularda iyileşmenin sağlanamaması, mikrobiyal ve nonmikrobiyal ek faktörlerin de tedavi sonucunda rol oynadığını göstermektedir (Etikan, 2013; Mehta et al., 2025).

2. Dişe Bağlı Faktörler

Endodontik tedavi başarısızlığında dişe bağlı faktörler önemli rol oynar. Persistan enfeksiyon varlığı, periapikal lezyon ve sinüs yolu bulunması, kök çatlakları, yetersiz restore edilebilirlik ve periodontal desteğin zayıf olması tedavi prognozunu olumsuz etkileyebilir. Bu faktörler enfeksiyon kontrolünü zorlaştırarak iyileşmenin gecikmesine veya tedavinin başarısız olmasına neden olabilir (Çelik & Belli, 2012).

2.1. Enfeksiyon Kontrolü

Endodontik tedavinin amacı, kök kanal sisteminde bulunan mikrobiyal etkenlerin ortadan kaldırılması ve tekrar enfeksiyon oluşumunun engellenmesidir. Ancak kemomekanik preparasyon sürecinde özellikle apikal üçlüde bazı kanal yüzeyleri yeterince temizlenememekte ve bu bölgeler enstrümantasyondan etkilenmeden kalabilmektedir. Bu nedenle radyografik olarak uygun görülen kanal dolgularında bile bazı bölgelerde bakteri ve nekrotik doku kalıntıları varlığını sürdürebilmektedir. Persistan enfeksiyonların oluşumunda dirençli mikroorganizmalar önemli rol oynamakta olup, bu enfeksiyonlar intraradiküler ve ekstraradiküler enfeksiyonlar olarak iki grupta incelenmektedir (Narayanan & Vaishnavi, 2010).

İntraradiküler enfeksiyonlar, kök kanal sistemi içerisinde yer alan ve çoğunlukla tedavi sırasında tam olarak elimine edilemeyen mikroorganizmalarla ilişkilidir. Bu mikroorganizmalar, özellikle apikal bölgede ve ulaşılması güç anatomik alanlarda varlıklarını sürdürebilmekte ve tedavi sonrası persistan enfeksiyonlara yol açabilmektedir. Özellikle molar dişlerin apikal bölgelerinde yerleşen biyofilm formundaki mikroorganizmaların mevcut irrigasyon ve obtürasyon teknikleri ile tamamen ortadan kaldırılamaması, klinik ve radyografik

olarak başarılı kabul edilen olgularda dahi başarısızlık gelişimini açıklayabilmektedir (Şahin et al., 2021).

Tedavi sonrası kanal içerisinde varlığını sürdüren mikroorganizmaların sınırlı besin koşulları, alkali ortam ve antimikrobiyal ajanlara karşı direnç gösterebilme yeteneğine sahip olmaları gerekmektedir. Bu bağlamda *Enterococcus faecalis*, özellikle sekonder ve persistan enfeksiyonlarda sıklıkla izole edilmekte ve kalsiyum hidroksit gibi yaygın kanal içi medikamentlere karşı direnç göstermesi nedeniyle klinik açıdan önem arz etmektedir (Love, 2001). Benzer şekilde *Candida albicans* gibi maya benzeri mikroorganizmalar da başarısız endodontik tedavi olgularında saptanabilmekte ve bazı dezenfektanlara karşı direnç gösterebilmektedir. Bu nedenle intraradiküler enfeksiyonların etkin biçimde kontrol altına alınması, endodontik tedavi başarısının belirlenmesinde kritik bir parametre olarak değerlendirilmektedir (Narayanan & Vaishnavi, 2010).

Ekstraradiküler enfeksiyonlar ise kök kanal sistemi dışındaki periapikal dokularda lokalize olan ve enfeksiyonun devamlılığına neden olabilen mikrobiyal süreçlerdir. Bu enfeksiyonların en tipik örneklerinden biri periapikal aktinomikozis olup, başlıca *Actinomyces israelii* ve *Propionibacterium propionicum* kaynaklı, kronik ve granülomatöz karakterde seyreden bir enfeksiyondur. Bu mikroorganizmalar kök kanal sistemi dışına geçerek periapikal dokularda koloni oluşturabilmekte ve bu sayede teknik olarak başarılı görünen endodontik tedavilere rağmen enfeksiyonun persiste etmesine yol açabilmektedir (Gopikrishna et al., 2006; Love, 2001).

Konak savunma mekanizmalarına rağmen bu bölgede yaşamlarını sürdürebilmeleri, özellikle persistan apikal periodontitis olgularında klinik önemlerini artırmaktadır. Ayrıca periapikal dokularda gelişen savunma bariyerini sınırlı sayıda mikroorganizma aşabilse de bakteriyel toksinler ve metabolik ürünler bu bariyerleri geçerek periradiküler patolojinin başlamasına ve kronikleşmesine katkıda bulunabilmektedir. Kültür ve mikroskopik çalışmalar, hem tedavi edilmiş hem de edilmemiş dişlerde ekstraradiküler enfeksiyonların varlığını ortaya koymuş; bu mikroorganizmaların konvansiyonel endodontik işlemlerle doğrudan elimine edilememesi ve klinik olarak tanımlanmalarının güç olması, bu enfeksiyonları persistan apikal periodontitis ve endodontik tedavi başarısızlığında önemli bir etiyolojik faktör haline getirmiştir (Narayanan & Vaishnavi, 2010; Sunde et al., 2002).

2.2.Periapikal Lezyon Varlığı

Periapikal lezyonlar, endodontik patolojilerin tanı ve prognozunun belirlenmesinde temel bir rol oynamaktadır. Periapikal dokularda patolojik bulguların bulunmaması, endodontik tedavi açısından olumlu bir prognoz

göstergesi olarak kabul edilirken periapikal lezyon varlığı, iyileşme sürecini olumsuz etkileyen önemli bir risk faktörü olarak değerlendirilmektedir (Beaconsall-Ryan et al., 2010). Bu durum, apikal periodontitisin enfeksiyöz etiyojisi ile yakından ilişkilidir. Kök kanal sisteminin bakteriyel kontaminasyonu sonucunda periapikal dokularda inflamatuvar süreç başlamakta ve bu süreç zamanla granülom veya radiküler kist gibi lezyonların gelişimine zemin hazırlamaktadır (Ng et al., 2008).

Periapikal lezyonlar, endodontik patolojilerin tanı ve prognozunun belirlenmesinde temel bir rol oynamakta olup, bu lezyonların değerlendirilmesinde radyografik inceleme vazgeçilmezdir. Ancak konvansiyonel iki boyutlu periapikal radyografiler, anatomik yapıların süperpozisyonu ve sınırlı görüntüleme kapasitesi nedeniyle lezyonların erken dönemlerinin ve gerçek boyutlarının belirlenmesinde yetersiz kalabilmektedir (Petersson et al., 2012). Bu durum özellikle küçük, kompleks yerleşimli veya erken evredeki lezyonların gözden kaçmasına yol açabilmektedir. Ayrıca tedavi sonrası iyileşmenin değerlendirilmesinde radyografik takip önemli olmakla birlikte, lezyonların tamamen iyileşmesi uzun zaman alabilmekte ve bazı olgularda kemik yerine fibröz doku ile iyileşme görülebilmesi radyografik yorumlamayı güçleştirmektedir (MÖLLER et al., 1981; Ng et al., 2011).

Bu sınırlılıkların aşılabilmesi için üç boyutlu görüntüleme sağlayan konik ışınlı bilgisayarlı tomografi daha ayrıntılı ve güvenilir bir değerlendirme imkânı sunmaktadır. Bu doğrultuda, uygun endikasyonlarda ileri görüntüleme yöntemlerinin kullanımı, tanısal doğruluğun artırılmasına ve tedavi sürecinin daha sağlıklı yönetilmesine katkı sağlamaktadır (Patel et al., 2007).

2.3.Sinüs Yolu Varlığı

Tedavi edilmemiş enfekte ve nekrotik pulpa dokusu, apikal foramen aracılığıyla en düşük dirençli yolu izleyerek periradiküler dokulara ve alveolar kemiğe ilerlemekte, bu süreçte kemik rezorpsiyonuna yol açmaktadır. Enfeksiyonun drenaj ihtiyacı sonucunda epitel yüzeye doğru ilerlemesiyle sinüs yolu oluşmakta; bu yapı, dişin konumu ve çevre anatomik faktörlere bağlı olarak intraoral veya ekstraoral olarak sınıflandırılmaktadır (Özdemir & Pirimoglu, 2022).

Sinüs yolu varlığı, endodontik tedavi sonrasında periapikal dokuların iyileşme potansiyelinin azalması ve dişin uzun dönem ağızda kalım oranlarının düşmesi ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca sinüs yolu, mikroorganizmaların kök dışı dokulara yayılımına olanak sağlayabilen potansiyel bir ekstradiküler enfeksiyon yolu olarak değerlendirilmekte olup tedavi başarısızlığı ile ilişkili kabul edilmektedir (Nair, 2006).

Özellikle ekstraoral sinüs yolu olgularında hatalı tanıya bağlı olarak gereksiz cerrahi girişimler, uzun süreli antibiyotik kullanımı, biyopsi ya da radyoterapi gibi uygun olmayan tedavi yaklaşımları uygulanabilmektedir. Bu nedenle ayrıntılı klinik değerlendirme ile kapsamlı radyolojik inceleme yapılması gerekmektedir. Yanlış veya yetersiz tedavi yaklaşımlarının lezyonun kronikleşmesine yol açabileceği, ayrıca yüz estetiğini olumsuz etkileyerek ciltte skar oluşumu ve çöküklük tarzı deformitelere neden olabileceği bildirilmektedir (Mittal & Gupta, 2004).

2.4.Çatlak Varlığı

Diş çatlakları, dental sert dokularda oluşan ve çoğu zaman erken dönemde saptanması güç yapısal bozulmalardır. Diş yapısında meydana gelen çatlaklar, mikroorganizmaların dentin ve kök kanal sistemine penetrasyonuna zemin hazırlayabilmekte, aynı zamanda diş dokularının mekanik dayanıklılığını azaltabilmektedir. Böylece hem enfeksiyon gelişimi kolaylaşmakta hem de yapısal bütünlük bozulmaktadır. Bu nedenle çatlak varlığı, özellikle dişin uzun dönem korunabilirliği açısından negatif prognostik bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Herrera et al., 2018).

Çatlağın kök yüzeyine ilerlediğini düşündüren karakteristik klinik bulgulardan biri, lokalize ve derin periodontal cep oluşumudur. Bu tablo, çatlağın kök boyunca ilerlemesine bağlı olarak kök hasarı ile birlikte gelişen endodontik-periodontal lezyon varlığını gösterebilmektedir (Tan et al., 2006).

Lokalize derin cep saptanması, özellikle çatlağın kanal girişlerine kadar uzanması veya posterior bölgede bulunan dişlerde görülmesi durumunda, dişin uzun dönem sağkalımı açısından olumsuz bir gösterge kabul edilmektedir. Bu nedenle çatlak varlığı, endodontik tedavi başarısızlığı ile ilişkili önemli risk faktörlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Herrera et al., 2018; Mehta et al., 2025).

Konvansiyonel periapikal radyografiler çoğu zaman çatlak hattını doğrudan gösterememekle birlikte, periradiküler kemik kaybı veya periodontal ligament genişlemesi gibi dolaylı bulgular tanıya katkı sağlayabilmektedir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile ise çatlak hattını doğrudan görüntüleme kapasitesi sınırlıdır. Bu nedenle elde edilen verilerin klinik bulgularla birlikte yorumlanması gerekmektedir (Lee et al., 2023).

2.5.Koronal Yapının Restoratif Yeterliliği

Endodontik tedavi uygulanması planlanan bir dişin restoratif durumu, gerek tedavi sürecinde gerekse tedavi sonrasında etkili bir koronal sızdırmazlığın sağlanabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Uygun nitelikte

gerçekleştirilen koronal restorasyonların, periapikal iyileşme üzerinde olumlu etkileri bulunduğu ve dişin uzun dönem ağızda sağ kalımını artırdığı bildirilmektedir. Ayrıca dişin restore edilebilirlik durumu, rubber dam uygulanabilmesi ve işlem sırasında yeterli izolasyonun sağlanabilmesi açısından da belirleyici bir faktördür (Eliyas et al., 2015).

Kanal tedavisi gerektiren dişlerde sıklıkla ileri çürük lezyonları, geniş kapsamlı restorasyonlar, çatlaklar veya kron-kök kırıkları görülmektedir. Bu durum, kalan sağlam diş dokusunun miktarında azalmaya yol açmaktadır. Bu nedenle tedaviye başlanmadan önce dişin restoratif açıdan değerlendirilmesi, endodontik tedavi planlamasının temel aşamalarından biridir. Mevcut restorasyonların kaldırılması, kalan diş dokusunun ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine olanak tanımakta aynı zamanda nihai restorasyonun fonksiyon, oklüzyon ve estetik gereksinimlere uygun şekilde planlanmasını kolaylaştırmaktadır (Bandlish et al., 2006).

Endodontik tedavi sonrası planlanan indirekt restorasyonların başarısında ferrule etkisi önemli rol oynamaktadır. Yeterli ferrule varlığının sağlanamaması hem restorasyonun hem de kanal tedavili dişin kırılma riskini artırmaktadır. Literatürde, 1,5–2 mm yüksekliğinde sürekli bir ferrule yapısının kırık direncini artırdığı, kısmi ferrulenin ise ferrule yokluğuna kıyasla daha avantajlı olduğu bildirilmektedir (Juloski et al., 2012). Bu nedenle post-endodontik restorasyon planlamasında, her diş yüzeyinde mevcut supragingival diş dokusunun yüksekliği ve kalınlığı dikkatle değerlendirilmelidir. Böylece yeterli ferrulenin sağlanıp sağlanamayacağı belirlenebilir. Ferrule oluşturulmasının mümkün olmadığı olgularda, dişin restoratif açıdan prognozu yeniden gözden geçirilmeli ve uygun koronal sızdırmazlığın biyolojik dokulara zarar vermeden elde edilip edilemeyeceği sorgulanmalıdır (Mehta et al., 2025).

Literatürde, koronal sızdırmazlığın endodontik tedavi başarısında kanal tedavisinin teknik kalitesi kadar önemli olduğu vurgulanmaktadır. Bu nedenle, kanal tedavisi tamamlandıktan sonra nihai restorasyonun geciktirilmeden uygulanması önerilmektedir (Mehta et al., 2025). Bununla birlikte, endodontik tedavi görmüş dişler sert doku kaybı, marjinal sırt bütünlüğünün bozulması ve proprioseptif duyunun azalmasına bağlı olarak yapısal açıdan kırılmaya daha yatkın hale gelmektedir. Özellikle geniş madde kaybı bulunan posterior dişlerde kasp korumalı restorasyonların (inley, onley, overlay, endokron) diş dayanıklılığını ve uzun dönem sağkalımını artırdığı bildirilmektedir. Özellikle direkt restorasyon ile restore edilen molar dişlerde, uzun dönem takiplerde çekim oranlarının indirekt restorasyonlara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Chugal et al., 2007; Goga & Purton, 2007).

2.6.Periodontal Durum

Endodontik-periodontal lezyonlar, aynı dişe ait pulpa dokusu ile periodontal yapılar arasında meydana gelen patolojik ilişkinin sonucunda gelişen klinik tablolardır. Bu lezyonlar akut ya da kronik karakter gösterebilmekte ve prognozları mevcut klinik bulgulara göre değişkenlik göstermektedir. Güncel yaklaşımlarda, tedavi planlamasını ve başarı olasılığını etkileyen belirti ve semptomlar esas alınarak sınıflandırılmaları önerilmektedir. Buna göre lezyonlar; kök hasarı ile birlikte görülen olgular, periodontitisli bireylerde kök hasarı olmaksızın gelişen olgular ve periodontitis öyküsü bulunmayan hastalarda kök hasarı olmadan ortaya çıkan olgular şeklinde değerlendirilmektedir (Lin et al., 2014).

Kök hasarının eşlik ettiği durumlarda, çatlaklar, perforasyonlar veya benzeri yapısal bozukluklar nedeniyle prognoz genellikle daha olumsuz seyretmektedir. Buna karşılık, kök bütünlüğünün korunduğu olgularda tedavi başarısı daha değişken olup periodontal dokuların mevcut durumu belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle aktif veya kontrol altına alınmamış periodontitis varlığında, oral mikrobiyal dengenin bozulması iyileşme kapasitesini azaltabilmektedir (Duncan et al., 2023).

Gerektiğinde endodontik tedavi ile kombine edilen bu olgularda doğru tanı konulabilmesi ve uygun tedavi yaklaşımının belirlenebilmesi için kapsamlı periodontal muayene yapılması gereklidir. Periodontal açıdan stabil olmayan hastalarda, periodontal olarak sağlıklı ya da hastalığı kontrol altında olan bireylere göre prognozun daha düşük olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle periodontal durum, endodontik tedavi planlamasında mutlaka dikkate alınması gereken temel faktörlerden biridir (Mehta et al., 2025; Papapanou et al., 2018).

3.Tedaviye Bağlı Faktörler

Endodontik tedavi başarısını belirleyen başlıca tedaviye bağlı faktörler; işlem sırasında izolasyonun tam olarak sağlanabilmesi, dişin anatomik özelliklerinin doğru analiz edilmesi, kök kanal sisteminin uygun kemomekanik preparasyon ve obtürasyon ile tedavi edilmesi ve işlem sırasında oluşabilecek iyatrojenik komplikasyonların önlenmesidir. Bu faktörlerin biyolojik ve teknik prensiplere uygun şekilde titizlikle yönetilmesi, tedavinin uzun dönem prognozu açısından belirleyicidir (Gupta et al., 2020; Özel).

3.1. İzolasyon Kontrolü

Endodontik tedavilerde izolasyon, enfeksiyon kontrolünün merkezinde yer almakta olup, başarıyı doğrudan etkileyen en kritik unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda rubber dam kullanımı hem hasta güvenliğinin

sağlanması hem de çalışma alanının oral floradan etkin biçimde izole edilmesi açısından standart bir gerekliliktir. İzolasyonun sağlanmasıyla tedavi sahasının tükürük ve mikroorganizmalardan korunması mümkün olmakta, böylece kök kanal sistemine yeniden kontaminasyon riski önemli ölçüde azaltılmaktadır. Güncel klinik rehberler de bu doğrultuda, titiz bir aseptik protokol ile birlikte uygun izolasyonun sağlanmasını önermektedir (Patel et al., 2022).

Nitekim klinik gözlemler, başlangıçta periapikal patoloji bulunmayan bazı dişlerde takip sürecinde yeni lezyonların gelişebildiğini göstermiş ve bu durumun, tedavi sırasında yetersiz izolasyona bağlı mikrobiyal giriş ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca daha kapsamlı izolasyon ve enfeksiyon kontrol protokollerinin uygulandığı çalışmalarda, periapikal iyileşme oranlarının daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Tüm bu veriler, endodontik tedavilerde izolasyonun yalnızca yardımcı bir adım değil, doğrudan tedavi başarısını belirleyen temel bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle tüm dental ekibin aseptik ilkelere uygun şekilde çalışması ve izolasyonu eksiksiz sağlaması gerekmektedir (Zahran et al., 2021).

3.2.Diş Anatomisi

Diş tipinin tek başına endodontik tedavi başarısını belirlemediği kabul edilmekle birlikte, tedavi edilmemiş kanal anatomisi başarısızlığın başlıca nedenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Kök kanal sisteminde gözden kaçan anatomik bölgelerde persistan enfeksiyonun devam etmesi iyileşmeyi olumsuz etkileyebileceğinden, endodontik anatominin doğru değerlendirilmesi ve tüm kanal sisteminin eksiksiz olarak tespit edilmesi tedavi başarısı açısından kritik öneme sahiptir (Ng et al., 2008).

Klinik uygulamada karşılaşılabilecek anatomik varyasyonlar oldukça çeşitlidir. Bunlar arasında ek kanal varlığı, ilave kök oluşumları, kanal sistemindeki kompleks morfolojik yapılar ve dilasasyon vakaları yer almaktadır. Özellikle üst molar dişlerin meziobukkal kökünde ikinci kanal bulunması, alt kesici dişlerde ek lingual kanal varlığı, üç köklü premolar dişler ile radix entomolaris veya radix paramolaris gibi kök varyasyonları sıkça dikkate alınması gereken örneklerdir. Ayrıca C-şekilli kanallar, dens invaginatus, kanallar arası istmuslar, apikal delta yapıları ve lateral kanallar da tedavi sürecini zorlaştırabilen önemli anatomik farklılıklardır (Özgül et al., 2026).

Bu varyasyonların bilinmesi ve doğru biçimde tanımlanması, enfekte kanal alanlarının eksiksiz şekilde temizlenebilmesi açısından gereklidir. Aksi halde ulaşılamayan veya tespit edilemeyen kanal bölgelerinde mikroorganizmaların varlığını sürdürme riski bulunmaktadır. Bu nedenle ek kök ve kanal yapılarının belirlenmesinde dikkatli klinik muayene ile birlikte radyografik incelemelerden

yararlanılması önerilmektedir. Anatomik özelliklerin doğru değerlendirilmesi, endodontik enfeksiyonun etkin biçimde kontrol altına alınmasında temel basamaklardan biridir (Ng et al., 2008).

İsthmuslar, kompleks morfolojileri nedeniyle endodontik tedavide temizlenmesi ve doldurulması zor anatomik alanlardır. Bu bölgelerde dentin artıkları ve biyofilm birikimi sık görülmekte, konvansiyonel irrigasyon sistemleriyle yeterli dezenfeksiyon sağlanamayabilmektedir. Persistan enfeksiyon riskini artıran bu durumun özellikle mandibular birinci molarların mezial köklerinde yaygın olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle irrigasyon etkinliğini artırmak amacıyla sonik ve ultrasonik aktivasyon yöntemleri önerilmektedir (ONAT & ESKİBAĞLAR).

3.3.Kemomekanik Preparasyon

Kök kanal sisteminin mekanik olarak şekillendirilmesine rağmen, kanal duvarlarının önemli bir bölümünün enstrümantasyon sırasında temas edilmeden kaldığı bildirilmektedir. Bu nedenle yalnızca mekanik preparasyonun yeterli olmadığı, mikrobiyal yükün azaltılabilmesi için ek kimyasal dezenfeksiyonun zorunlu olduğu kabul edilmektedir. Kanal sisteminin karmaşık anatomik yapısı göz önüne alındığında, irrigasyon solüsyonlarının etkin kullanımı tedavinin başarısında belirleyici rol oynamaktadır (Bryce et al., 2009).

Kanal patensinin korunması, kök kanal preparasyonunun başarısını etkileyen önemli bir parametre olup, her ne kadar basit bir uygulama gibi görünse de tedavi başarısı açısından kritik öneme sahiptir. Patensi, kök kanalının apikal bölümünde tıkanıklık oluşmasını önlemek ve bu bölgenin açıklığını sürdürebilmek amacıyla küçük çaplı el aletleri ile apikal foramenin kontrollü şekilde geçilmesi olarak tanımlanabilir. Ayrıca preparasyonun apikal sınırının doğru belirlenmesi de tedavi prognozu açısından kritik öneme sahiptir. Bu yaklaşımın uygulanmaması, apikal bölgede debris birikimi, tıkanıklık ve çalışma boyunun kaybına yol açarak irrigasyon solüsyonlarının enfeksiyonun yoğunlaştığı bölgeye ulaşmasını engelleyebilir; bu durum ise yetersiz dezenfeksiyon ve persistan enfeksiyon nedeniyle tedavi başarısızlığına neden olabilmektedir (Çelik & Belli, 2012; Jafarzadeh et al., 2017).

Preparasyon çapı ve taper derecesi gibi parametrelerin de tedavi sonucuna etkisi araştırılmıştır. Ancak mevcut veriler, bu değişkenlerin iyileşme üzerinde doğrudan belirleyici olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, minimal invaziv preparasyon yaklaşımlarında kanalın aşırı dar bırakılması, irrigasyon iğnesinin çalışma boyuna yeterince yaklaşamamasına ve buna bağlı olarak sıvı hareketinin yetersiz kalmasına neden olabilmektedir. Özellikle endodontik tedavi sırasında kök kanalının apikal bölümünde hava veya gaz kabarcıklarının

hapsolması sonucu irrigasyon solüsyonlarının çalışma boyuna yeterli düzeyde ulaşamaması olarak tanımlanan vapour lock etkisi, apikal bölgede irrigasyon etkinliğini azaltan önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Yaman et al.).

İrrigasyon solüsyonlarının uygulanmasında en yaygın yöntem konvensiyonel iğne irrigasyonudur. Fakat laboratuvar çalışmaları, bu yöntemin kanal sisteminin tüm alanlarına yeterli düzeyde ulaşmadığını ortaya koymuştur. Bu nedenle irrigantların manuel, sonik veya ultrasonik yöntemlerle aktive edilmesi önerilmektedir. Aktivasyon teknikleri, irrigasyon solüsyonlarının akışını artırarak özellikle ulaşılması güç anatomik bölgelerde temizleme etkinliğini yükseltebilmekte ve böylece tedavi başarısına olumlu katkı sağlamaktadır (Bryce et al., 2009; Mehta et al., 2025; Ng et al., 2011).

3.4.Kanal Obturasyonu

Kök kanal dolgusunun yetersiz yoğunlukta veya homojen olmayan şekilde uygulanması, kanal sisteminde yeterli hermetik dolumun sağlanamamasına neden olmaktadır. Ayrıca dolgu materyalinin çalışma boyundan kısa sonlandırılması ya da apeks dışına taşması, kök kanal sistemi içerisinde kalan mikroorganizmaların yeterince izole edilememesine yol açabilmektedir. Bu durum rezidüel biyofilmin canlılığını sürdürmesine ve intraradiküler enfeksiyonun devam etmesine neden olarak endodontik tedavi başarısızlığına katkıda bulunmaktadır (Nair, 2006).

Dolgu materyalinin apeks dışına taşması ise periapikal dokularda olumsuz biyolojik reaksiyonlara yol açabilmektedir. Bu tablo, yabancı cisim reaksiyonu gelişmesi veya taşan gutta-perka materyalinin mikrobiyal kontaminasyona uğraması ile ilişkilendirilmektedir. Sonuç olarak periapikal inflamasyonun devam etmesi veya yeniden ortaya çıkması söz konusu olabilmektedir. Aşırı taşkın obturasyon çoğunlukla kanalın yeterli biçimde şekillendirilmemesi ve apikal foramen çapının doğru değerlendirilememesi ile ilişkilidir. Bu nedenle taşkın dolgu varlığı, yalnızca teknik bir hata olarak değil, aynı zamanda preparasyon ve obturasyon aşamalarındaki hatanın dolaylı bir göstergesi olarak da değerlendirilebilmektedir. Uygun çalışma boyunun belirlenmesi, yeterli apikal preparasyon ve kontrollü obturasyon teknikleri, başarılı endodontik sonuçların elde edilmesinde temel unsurlardır (Mehta et al., 2025; Nair et al., 2005).

3.5.İyatrojenik Hatalar

Endodontik tedavi sırasında oluşan iyatrojenik hatalar, tedavi başarısını çeşitli yönlerden olumsuz etkileyebilmektedir. Bu komplikasyonlar, bir yandan kök kanal sisteminin yeterli düzeyde temizlenmesini ve dezenfekte edilmesini güçleştirirken, diğer yandan dişin yapısal dayanıklılığını azaltabilmektedir.

Tedavi sürecinde en sık karşılaşılan hatalar arasında perforasyon, basamak oluşumu ve alet kırıkları yer almaktadır (Mehta et al., 2025).

3.5.1.Perforasyon

Kök kanal sistemi ile periodontal dokular arasında oluşan perforasyonlar, endodontik tedaviler sırasında karşılaşılabilen ve tedavi prognozunu olumsuz etkileyen ciddi komplikasyonlar arasında değerlendirilmektedir. Özellikle koronal ve orta kök düzeyinde meydana gelen perforasyonların başarı oranlarını anlamlı ölçüde düşürdüğü belirtilmektedir. Bu olumsuz etkinin perforasyon bölgesinde mikrobiyal kontaminasyona neden olması ve dentin dokusundaki kaybın dişin mekanik dayanıklılığını azaltması ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca perforasyonun çapı ile onarımın gecikme süresi, tedavi sonucunu etkileyen önemli prognostik faktörler olarak kabul edilmektedir (de Chevigny et al., 2008).

İyatrojenik perforasyonlar, pulpa odasının morfolojik yapısının yeterince dikkate alınmaması ve mevcut anatomik varyasyonların bilgi ile klinik tecrübe eksikliğine bağlı olarak doğru değerlendirilememesi sonucunda oluşan komplikasyonlardır. Bu perforasyonlar; endodontik giriş kavitesinin hazırlanması, kök kanal sisteminin şekillendirilmesi ya da post boşluğu açılması sırasında meydana gelebilmektedir (Zırhlı et al., 2024).

Giriş kavitesi preparasyonu esnasında perforasyon riskini artıran başlıca nedenler arasında, özellikle kalsifiye kanallarda kanal ağzılarının doğru şekilde tespit edilememesi, kanal ağzının aranması sırasında yanlış yönde ilerlenmesi, kron ile kök arasındaki anatomik açı farkının yeterince değerlendirilmemesi ve koronal dentin dokusunun aşırı miktarda kaldırılmasıdır. Kanal şekillendirme işlemi sırasında meydana gelen teknik hatalar da perforasyon oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Özellikle kanal morfolojisine uygun olmayan aletlerin kullanılması, preparasyon sırasında aşırı basınç uygulanması ve çalışma boyunun kontrol edilmemesi, kök yüzeyinde istenmeyen perforasyonlara neden olabilmektedir. Bunun yanında, kanal içerisinde transportasyon ve basamak oluşumu gibi komplikasyonlar da perforasyon riskini artırmaktadır. Yapılan çalışmalarda, iyatrojenik perforasyonların önemli bir kısmının rutin endodontik tedaviler sırasında geliştiği, kalan olguların ise post boşluğu hazırlanması esnasında ortaya çıktığı belirtilmektedir (Alaçam, 2004; Alghamdi, 2024).

Post boşluğu preparasyonu sırasında kullanılan Gates-Glidden frezlerinin kontrolsüz uygulanması, ayrıca kök yapısına uygun olmayan geniş post sistemlerinin tercih edilmesi, özellikle kökün orta üçlü bölgesinde perforasyon riskini artırmaktadır. Oluşan bu perforasyonlar genellikle geniş doku kaybı ile karakterize olduğundan, uygun bir sızdırmazlığın elde edilmesini zorlaştırmakta

ve tedavinin uzun dönem başarısını olumsuz etkileyebilmektedir (Aslan et al., 2021).

İleri yaşla birlikte pulpa odasında hacimsel daralma ve kök kanallarında mineralize doku birikimine bağlı sklerotik değişiklikler meydana gelebilmektedir. Ayrıca travma, attrizyon, abrazyon, erozyon, derin çürükler ve restoratif uygulamalar gibi kronik irritasyon oluşturan faktörler, sekonder ve tersiyer dentin oluşumunu artırarak pulpa anatomisinin değişmesine yol açabilmektedir. Bu süreç ilerleyen olgularda pulpa odası ve kanal sisteminin kısmen ya da tamamen kalsifiye hale gelmesine neden olabilmektedir. Kanal morfolojisindeki bu değişiklikler ise kanal lokalizasyonunu güçleştirerek perforasyon oluşma olasılığını artırmaktadır (Jew et al., 1982; Rantala et al., 2025; Zırhlı et al., 2024).

3.5.2.Basamak Oluşumu

Basamak (ledge), kök kanal preparasyonu sırasında kanalın doğal yolundan sapılması sonucu kanal duvarında yapay bir düzensizlik oluşmasıdır. Genellikle eğimli kanallarda yanlış enstrüman kullanımı, aşırı kuvvet uygulanması veya çalışma boyunun korunamaması nedeniyle meydana gelir. Basamak oluşumu, çalışma boyuna ulaşılmasını zorlaştırarak kanalın yeterli temizlenmesini engelleyebilir ve tedavi başarısını olumsuz etkileyebilir (Bhuva & Ikram, 2020).

Kanal preparasyonu sırasında çalışma boyuna ulaşamaması sonucu kısa kalan kök kanal dolgularının, genellikle kanal içi tıkanıklıklar ve basamak oluşumu ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Bu durum, apikal bölgeye yeterli erişimin sağlanamamasına neden olarak kanal sisteminin tam anlamıyla dezenfekte edilmesini güçleştirmektedir. Özellikle enfekte artıkların ve mikroorganizmaların kanal içerisinde varlığını sürdürmesi, tedavi sonrası iyileşmeyi olumsuz etkileyen önemli etkenlerden biri olarak kabul edilmektedir. Yeniden kanal tedavisi uygulanan olgularda ise işlem sırasında meydana gelen blokajların ve kanal anatomisindeki değişikliklerin tedavi prognozunu daha kritik düzeyde etkileyebildiği bildirilmektedir (Ng et al., 2011).

3.5.3.Alet Kırığı

Endodontik tedavi sırasında kanal aletlerinin kırılması, klinik başarıyı etkileyebilen önemli komplikasyonlardan biri olarak kabul edilmektedir. Kırılan parçanın uzaklaştırılması veya bypass edilmesi durumunda tedavi prognozu çoğu zaman olumlu seyretmektedir ancak kırık enstrümanın kanal içerisinde bırakıldığı olgularda özellikle apikal bölgede enfeksiyon varlığında, kanalın etkin şekilde irrigasyonu sınırlanabilmektedir. Bu durum mikroorganizmaların kanal sisteminde yaşamını sürdürmesine ve periapikal iyileşmenin gecikmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle endodontik işlemler sırasında anatomik yapının doğru

analiz edilmesi, uygun preparasyon yöntemlerinin kullanılması ve çalışma boyunun dikkatli kontrol edilmesi, iyatrojenik komplikasyonların azaltılması açısından kritik öneme sahiptir (Ng et al., 2011).

Alet kırılması, kök kanal sisteminin yeterli şekilde temizlenmesini engelleyerek tedavi sürecini uzatan, ek klinik işlemler gerektiren ve hastada ağrı, stres ile tedaviye karşı kaygı gelişimine neden olabilen önemli bir endodontik komplikasyondur (Bhuva & Ikram, 2020).

McGuigan ve arkadaşları tarafından 2013 yılında yayımlanan sistematik derlemede, endodontik alet kırığının tedavi prognozu ve klinik sonuçlar üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, mevcut literatürü inceleyerek özellikle uzun dönem klinik sonuçları ortaya koyan yüksek kalitede çalışmaların sınırlı olduğunu vurgulamışlardır. Derleme sonuçlarına göre, apikal periodontitis bulunmayan olgularda kanal içerisinde kalan kırık aletlerin tedavi prognozu üzerinde belirgin bir olumsuz etkisinin olmadığı ancak apikal lezyon varlığında iyileşme oranlarının anlamlı düzeyde azaldığı bildirilmiştir (McGuigan et al., 2013).

Enfekte kök kanallarında, aletin tedavinin hangi aşamasında kırıldığı prognoz açısından önemli bir faktördür. Kanal preparasyonu ve dezenfeksiyonu tamamlanmadan meydana gelen kırıklar, mikroorganizmaların kanal sistemi içerisinde kalmasına ve enfeksiyon kontrolünün yetersiz olmasına neden olabilmektedir. Bununla birlikte, kırık enstrümanın uzaklaştırılması sırasında oluşabilecek dentin kaybı ve perforasyon riski de göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle apikal lezyon bulunan olgularda kırık parçanın çıkarılması daha uygun bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Ancak kırık aletlerin tedavi başarısı üzerindeki etkisini net biçimde ortaya koyabilmek için daha fazla uzun dönemli klinik çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Spili et al., 2005).

4.Sonuç

Endodontik tedavide başarısızlık, kök kanal sistemindeki enfeksiyonun tamamen ortadan kaldırılamaması veya tedavi sonrasında kanalın yeniden enfekte olması sonucu klinik semptomların ve/veya periapikal patolojinin devam etmesi olarak tanımlanmaktadır. Başarısızlığın en önemli nedenlerinden biri persistan mikrobiyal enfeksiyonlar olup, özellikle kompleks kanal anatomisinin tam olarak temizlenememesi ve yetersiz dezenfeksiyonun tam olarak sağlanamaması nedeniyle oluşur. Bunun yanı sıra kök çatlakları, sinüs varlığı, periodantal hastalık varlığı, geniş periapikal lezyon varlığı ve restore edilebilirliğin düşük olması gibi dişe bağlı faktörler de başarısızlığa neden olmaktadır.

Tedavi sürecinde meydana gelen iyatrojenik komplikasyonlar da endodontik başarısızlığın önemli nedenleri arasında yer almaktadır. Perforasyon, basamak oluşumu ve enstrüman kırılması gibi komplikasyonlar, kanal sisteminin yeterli şekilde temizlenmesini ve şekillendirilmesini güçleştirebilmektedir. Ayrıca tedavi sonrası koronal sızdırmazlığın yetersiz olması ve uygun restoratif tedavinin zamanında uygulanmaması, mikrosızıntıya bağlı yeniden enfeksiyon riskini artırmaktadır. Bu nedenle endodontik tedavinin başarısı; biyolojik, mekanik ve restoratif faktörlerin birlikte değerlendirilmesini gerektiren multidisipliner bir yaklaşım ile ilişkilidir.

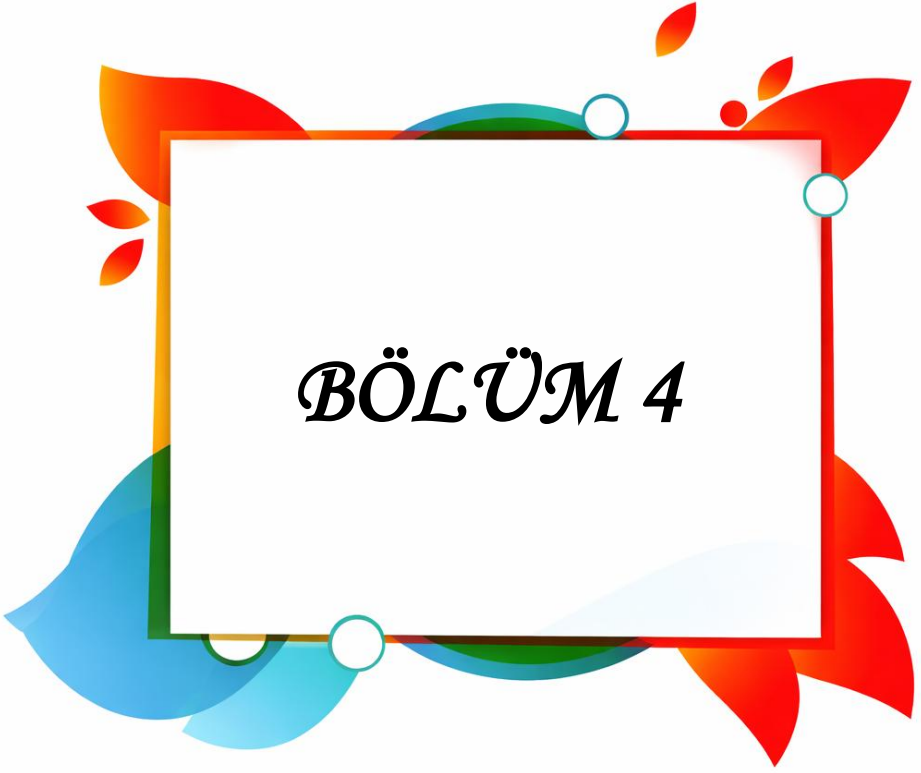
5.Kaynakça

- Alaçam, T. (2004). Lateral perforation in parallel post space preparations. *The journal of contemporary dental practice*.
- Alghamdi, N. (2024). Endodontic management of type I maxillary first molar with two palatal roots using cone-beam computed tomography. *Dent J*, 57(1), 1-3.
- Aslan, T., Esim, E., Üstün, Y., & Özkan, H. D. (2021). Evaluation of stress distributions in mandibular molar teeth with different iatrogenic root perforations repaired with biodentine or mineral trioxide aggregate: a finite element analysis study. *Journal of endodontics*, 47(4), 631-640.
- Bandlish, R., McDonald, A., & Setchell, D. (2006). Assessment of the amount of remaining coronal dentine in root-treated teeth. *journal of dentistry*, 34(9), 699-708.
- Becconsall-Ryan, K., Tong, D., & Love, R. (2010). Radiolucent inflammatory jaw lesions: a twenty-year analysis. *International endodontic journal*, 43(10), 859-865.
- Bhuva, B., & Ikram, O. (2020). Complications in endodontics. *Primary dental journal*, 9(4), 52-58.
- Bryce, G., O'Donnell, D., Ready, D., Ng, Y.-l., Pratten, J., & Gulabivala, K. (2009). Contemporary root canal irrigants are able to disrupt and eradicate single- and dual-species biofilms. *Journal of endodontics*, 35(9), 1243-1248.
- Chugal, N. M., Clive, J. M., & Spångberg, L. S. (2007). Endodontic treatment outcome: effect of the permanent restoration. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(4), 576-582.
- Çelik, K., & Belli, S. (2012). Kök Kanal Tedavilerinde Başarısızlık Sebepleri. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 33(1), 6-12.
- de Chevigny, C., Dao, T. T., Basrani, B. R., Marquis, V., Farzaneh, M., Abitbol, S., & Friedman, S. (2008). Treatment outcome in endodontics: the Toronto study—phase 4: initial treatment. *Journal of endodontics*, 34(3), 258-263.
- Duncan, H. F., Kirkevang, L. L., Peters, O. A., El-Karim, I., Krastl, G., Del Fabbro, M., Chong, B. S., Galler, K. M., Segura-Egea, J. J., & Kebschull, M. (2023). Treatment of pulpal and apical disease: the European Society of Endodontology (ESE) S3-level clinical practice guideline. *International endodontic journal*, 56, 238-295.
- Eliyas, S., Jalili, J., & Martin, N. (2015). Restoration of the root canal treated tooth. *British Dental Journal*, 218(2), 53-62.
- Etikan, İ. (2013). Endodonti Tedavisinde Başarısızlık Nedenleri. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 10(3), 193-200.

- Fransson, H., & Dawson, V. (2023). Tooth survival after endodontic treatment. *International endodontic journal*, 56, 140-153.
- Goga, R., & Purton, D. G. (2007). The use of endodontically treated teeth as abutments for crowns, fixed partial dentures, or removable partial dentures: a literature review. *Quintessence International*, 38(2).
- Gopikrishna, V., Kandaswamy, D., & Jeyavel, R. K. (2006). Comparative evaluation of the antimicrobial efficacy of five endodontic root canal sealers against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 9(1), 2-12.
- Gupta, A., Aggarwal, V., Mehta, N., Abraham, D., & Singh, A. (2020). Diabetes mellitus and the healing of periapical lesions in root filled teeth: a systematic review and meta-analysis. *International endodontic journal*, 53(11), 1472-1484.
- Herrera, D., Retamal-Valdes, B., Alonso, B., & Feres, M. (2018). Acute periodontal lesions (periodontal abscesses and necrotizing periodontal diseases) and endo-periodontal lesions. *Journal of clinical periodontology*, 45, S78-S94.
- Jafarzadeh, H., Mohammadi, Z., Shalavi, S., & Kinoshita, J.-I. (2017). Establishing Apical Patency: To be or not to be? *The journal of contemporary dental practice*, 18(4), 326-329.
- Jew, R. C., Weine, F. S., Keene Jr, J. J., & Smulson, M. H. (1982). A histologic evaluation of periodontal tissues adjacent to root perforations filled with Cavit. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 54(1), 124-135.
- Juloski, J., Radovic, I., Goracci, C., Vulicevic, Z. R., & Ferrari, M. (2012). Ferrule effect: a literature review. *Journal of endodontics*, 38(1), 11-19.
- Lee, K., Ahlowalia, M., Alfayate, R. P., Patel, S., & Foschi, F. (2023). Prevalence of and factors associated with vertical root fracture in a Japanese population: an observational study on teeth with isolated periodontal probing depth. *Journal of endodontics*, 49(12), 1617-1624.
- Lin, P.-Y., Huang, S.-H., Chang, H.-J., & Chi, L.-Y. (2014). The effect of rubber dam usage on the survival rate of teeth receiving initial root canal treatment: a nationwide population-based study. *Journal of endodontics*, 40(11), 1733-1737.
- Love, R. (2001). *Enterococcus faecalis*—a mechanism for its role in endodontic failure. *International endodontic journal*, 34(5), 399-405.
- McGuigan, M., Louca, C., & Duncan, H. (2013). The impact of fractured endodontic instruments on treatment outcome. *British Dental Journal*, 214(6), 285-289.
- Mehta, D., Coleman, A., & Lessani, M. (2025). Success and failure of endodontic treatment: predictability, complications, challenges and maintenance. *British Dental Journal*, 238(7), 527-535.

- Mittal, N., & Gupta, P. (2004). Management of extra oral sinus cases: a clinical dilemma. *Journal of endodontics*, 30(7), 541-547.
- MÖLLER, Å. J., Fabricius, L., Dahlen, G., ÖHMAN, A. E., & Heyden, G. (1981). Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *European Journal of Oral Sciences*, 89(6), 475-484.
- Nair, P. (2006). On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *International endodontic journal*, 39(4), 249-281.
- Nair, P., Henry, S., Cano, V., & Vera, J. (2005). Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit” endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 99(2), 231-252.
- Narayanan, L. L., & Vaishnavi, C. (2010). Endodontic microbiology. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 13(4), 233-239.
- Ng, Y. L., Mann, V., & Gulabivala, K. (2011). A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *International endodontic journal*, 44(7), 583-609.
- Ng, Y. L., Mann, V., Rahbaran, S., Lewsey, J., & Gulabivala, K. (2008). Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature—Part 2. Influence of clinical factors. *International endodontic journal*, 41(1), 6-31.
- ONAT, C., & ESKİBAĞLAR, M. İSTHMUS ANATOMİSİ VE ENDODONTİK BAŞARISIZLIKLARDAKİ ROLÜ. EDİTÖR PROF. DR. SADULLAH KAYA, 11.
- Özdemir, Ö. S., & Pirimoglu, B. (2022). Dental Kaynaklı Ekstraoral Fistülün Endodontik Tedavisi: Bir Olgu Sunumu. *Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi*, 1(2), 69-74.
- Özel, B. Apikal periodontitis ve sistemik hastalıklar ilişkisi The relationship between apical.
- Özgül, Ü. Ö., Yalçın, C. Ç., & Çelikkol, B. (2026). Endodontide Kök Kanal Anatomisinin Haritası: Gelişim, Sınıflandırma ve Klinik Varyasyonlar.
- Papapanou, P. N., Sanz, M., Buduneli, N., Dietrich, T., Feres, M., Fine, D. H., Flemmig, T. F., Garcia, R., Giannobile, W. V., & Graziani, F. (2018). Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of periodontology*, 89, S173-S182.
- Patel, S., Dawood, A., Ford, T. P., & Whaites, E. (2007). The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *International endodontic journal*, 40(10), 818-830.

- Patel, S., Puri, T., Mannocci, F., & Bakhsh, A. A. (2022). The outcome of endodontic treatment using an enhanced infection protocol in specialist practice. *British Dental Journal*, 232(11), 805-811.
- Petersson, A., Axelsson, S., Davidson, T., Frisk, F., Hakeberg, M., Kvist, T., Norlund, A., Mejäre, I., Portenier, I., & Sandberg, H. (2012). Radiological diagnosis of periapical bone tissue lesions in endodontics: a systematic review. *International endodontic journal*, 45(9), 783-801.
- Rantala, K., Laine, D. M., & Ruohola, E. L. (2025). Juurihoidon yleisimmät komplikaatiot, niiden ehkäisy ja hoito.
- Spili, P., Parashos, P., & Messer, H. H. (2005). The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *Journal of endodontics*, 31(12), 845-850.
- Sunde, P. T., Olsen, I., Debelian, G. J., & Tronstad, L. (2002). Microbiota of periapical lesions refractory to endodontic therapy. *Journal of endodontics*, 28(4), 304-310.
- Şahin, E. C., Kahraman, B., & Gülşahı, K. (2021). Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesine Güncel Bir Bakış. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(3), 441-450.
- Tan, L., Chen, N., Poon, C., & Wong, H. (2006). Survival of root filled cracked teeth in a tertiary institution. *International endodontic journal*, 39(11), 886-889.
- Yaman, A. G. E., Aslan, B., & Yılmaz, A. G. F. İki farklı döner eğe sistemi ile şekillendirilmiş dişlerin farklı irrigasyon solüsyonları.
- Zahran, S., Patel, S., Koller, G., & Mannocci, F. (2021). The impact of an enhanced infection control protocol on molar root canal treatment outcome—a randomized clinical trial. *International endodontic journal*, 54(11), 1993-2005.
- Zırlı, S., Çelik, D., & Koşar, T. (2024). Endodontik Perforasyonların Yönetimi. *Akdeniz Diş Hekimliği Dergisi*, 3(3), 141-149.



BÖLÜM 4

Kalsiyum Silikat Esaslı Kök Kanal Dolgu Materyalleri

Tuğçe Nur Vezirhan¹ & Betül Güneş² & Kübra Yeşildal Yeter³

1.Giriş

Dişler; sement, dentin ve mine gibi sert dokuları ile diş pulpası ve periodontal bağ dokusu gibi yumuşak dokuların bir arada bulunduğu, fonksiyonel açıdan karmaşık yapılardır (Carvalho & Lussi, 2017). Diş pulpası; bağ doku matriksi içerisinde kan damarları ve sinirleri içeren canlı bir yumuşak doku olarak tanımlanmaktadır (Balic, 2018). Pulpa dokusunun enfeksiyonu, şiddetli ağrıya yol açabilmekte ve tedavi edilmediği durumlarda dişin kaybı ile sonuçlanabilmektedir (Zero et al., 2011).

Endodontik tedavinin başarısı, pulpa boşluğunun uygun yöntemlerle temizlenmesi, dezenfekte edilmesinin ardından biyoyumlu materyalle doldurulmasına bağlıdır (Darcey et al., 2015). Mikroorganizmaların elimine edilmesi, endotoksinlerin etkisiz hâle getirilmesi, canlı ya da nekrotik pulpa kalıntılarının ve bazı inorganik bileşenlerin uzaklaştırılması endodontik tedavinin temel hedefleri arasında yer alır. Ancak yalnızca mekanik preperasyonun kök kanal sistemindeki tüm bakterilerin tamamen ortadan kaldırılması için yeterli olmadığı bildirilmiştir (Darcey et al., 2016'a). İrrigasyon uygulamaları, mekanik preperasyon sırasında ulaşılamayan kanal düzensizliklerinde bulunan mikroorganizmalar ve doku artıklarının uzaklaştırılmasına katkı sağlayarak endodontik tedavinin etkinliğini artırmaktadır (Darcey et al., 2016b, Zehnder, M. 2006). Kök kanalının doldurulmasının temel amacı, dezenfekte edilmiş kanal sistemini sızdırmaz bir şekilde doldurarak yeniden enfeksiyon oluşumunun önüne geçmektir (Darcey et al., 2016b).

2.Kök Kanal Dolgu Materyalleri

Endodontik tedavinin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için biyoyumlu, antibakteriyel etkinliği yüksek ve periapikal dokuların iyileşmesini destekleyebilen uygun bir kanal dolgu materyaline ihtiyaç duyulmaktadır (Song et al., 2021). Kanal dolumu sırasında, ince yapışkan özellikteki dolgu patları hem

¹ Arş. Gör., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, ORCID-ID-0009-0005-4516-3502

² Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, ORCID-ID-0000-0001-7070-3033

³ Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, ORCID-ID-0000-0002-7450-4119

lubrikant hem de adeziv ajan olarak görev yaparak GP konlarının kanal içerisinde kaymasını ve dentin yüzeyine tutunmasını kolaylaştırır (Viapiana et al., 2014). GP gibi rijit dolgu materyalleri kanal içindeki boşluklara tam olarak nüfuz etmesindeki sınırlılıklar nedeniyle, kanal dolgu patları lateral ve aksesuar kanalların etkin bir şekilde doldurulmasında kritik rol üstlenmektedirler (Kim et al., 2015; Jardine et al., 2016). Kök kanallarının üç boyutlu olarak sızdırmaz bir şekilde doldurulması için kanal dolgu patları tek başlarına veya katı kor materyalleri ile kullanılmaktadır.

2.1.Gutta- Perka (GP)

GP, 19. yüzyılın ortalarından itibaren diş hekimliğinde kök kanal dolgu materyali olarak kullanılmaya başlanmış ve klasik kök kanal dolum teknikleriyle birlikte endodontik tedavinin temel materyallerinden biri hâline gelmiştir (Pirani & Camilleri, 2023). Endodontide kullanılan GP konlar, saf formda değil; farklı katkı maddeleri içeren bir kompozisyon yapısı şeklinde üretilmektedir GP'nin bileşenleri:

- %20 gutta-perka: Esneklik ve termoplastik özellik sağlar.
- %60–75 çinko oksit: Ana doldurucu, sertlik ve antibakteriyel etki kazandırır.
- %1–17 ağır metal sülfatlar (baryum/bizmut): Radyopaklık sağlar.
- %1–4 mum ve reçineler: İşlenebilirliği artırır.

Bu bileşenlerin bir araya gelmesiyle GP; biyouyumlu, radyopak ve kimyasal olarak stabil bir materyal özelliği kazanmakta olup, kök kanal dolumlarında uzun yıllardır klinik uygulamalarda referans ve karşılaştırma materyali olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Vishwanath & Rao, 2019).

2.2.Kök Kanal Dolgu Patları

Kök kanal dolgu patlarının ideal özellikleri kullanım alanına ve klinik gereksinimlere göre farklılık gösterebilirler. Canlı dokularla uyumlu olmaları, dentin duvarlarına yeterli düzeyde adezyon göstererek apikal ve koronal bölgede sızdırmazlık sağlamaları, antimikrobiyal etki göstermeleri, düşük çözünürlük göstermeleri ve boyutsal stabilitelerini uzun süre korumaları, kolay uygulanabilir, uzaklaştırılabilir ve radyopak olmaları beklenmektedir. (Komabayashi et al., 2020)

Ayrıca, kanal dolgu patlarının gerektiğinde kolayca uzaklaştırılabilmeleri ve uzun dönem tedavi başarısını desteklemeleri beklenir. (Komabayashi et al., 2020)

2.2.2.Kök Kanal Dolgu Patlarında Olması Gereken Özellikler

Kök kanal dolgu patlarının sahip olması gereken ideal standart özellikler aşağıda özetlenmiştir (Gasner & Brizuela, 2023; Wang, 2015):

Biyouyumluluk:

Kök kanal dolgu materyalinin çevre dokulara zarar vermeden canlı dokularla etkileşime girebilme kapasitesidir. Bu özellik, inflamasyon, alerjik reaksiyonlar veya immün yanıtlar gibi komplikasyonlara yol açmadan tedavi başarısını desteklemelidir.

Sızdırmazlık Yeteneği:

Endodontik biyomateryaller, kök kanal sisteminde bakteriyel sızıntıyı ve yeniden enfeksiyonu önleyebilecek yüksek sızdırmazlık kapasitesine sahip olmalıdır. Kanal duvarlarıyla materyal arasında sıkı bir adaptasyon sağlayarak mikrosızıntıyı engellemeli ve iyileşme sürecini desteklemelidir.

Sertleşme Süresi:

Materyalin klinik uygulama sırasında yeterli manipülasyon ve yerleştirme süresi tanınması gerekir. Kontrollü sertleşme süreci, etkin sızdırmazlık ve mekanik stabilite için kritik öneme sahiptir. ISO standartlarına göre endodontik dolgu materyallerinin sertleşme süresi maksimum 30 dakika içinde tamamlanmalıdır (Gasner & Brizuela, 2023).

Akıcılık:

Akışkanlık, materyalin kök kanal sistemi ve aksesuar kanallara nüfuz edebilme kapasitesini doğrudan etkiler. Partikül boyutu küçüldükçe akışkanlık artar; ancak aşırı akışkanlık, partikül migrasyonu ve sızdırmazlık kaybı riskini artırabilir. ISO standartlarına göre minimum akışkanlık değeri 20 mm olmalıdır (Devi et al., 2019).

Boyutsal Stabilité:

Dolgu materyali, nem, tükürük ve sıcaklık değişimlerine rağmen boyutsal bütünlüğünü koruyabilmelidir. Aşırı büzülme veya genleşme sızdırmazlığı olumsuz etkileyebilir.

Radyoopasite:

Materyalin radyografik olarak kolay ayırt edilebilmesi gereklidir. ISO standartlarına göre endodontik dolgu materyallerinin radyoopasite değeri en az 3 mm Al eşdeğeri olmalıdır.

Kullanım Kolaylığı:

Klinik uygulamada pratik olmalı; kolay hazırlanabilmeli, uygulanabilmeli ve kanal sistemine adapte edilebilmelidir.

Uzun Süreli Stabilité

Materyal, zamanla fiziksel ve kimyasal özelliklerini kaybetmeden performansını sürdürebilmelidir.

Kök Kanalından Uzaklaştırılabilme:

Yeniden tedavi gerektiğinde, dolgu materyalinin kök kanal sisteminden dış dokusuna minimum zarar vererek uzaklaştırılabilmesi önemlidir (Gasner & Brizuela, 2023).

Porozite:

Kalsiyum silikat esaslı materyallerde düşük porozite, mekanik dayanımı artıran önemli bir faktördür. Karıştırma sırasında oluşan hava kabarcıkları ve çevresel pH gibi faktörler poroziteyi etkileyebilir.

Çözünürlük:

İdeal bir dolgu patının ağız sıvıları ve doku sıvıları ile temas ettiğinde minimum düzeyde çözünürlük göstermesi beklenir. Yüksek çözünürlük; materyalin zamanla hacim kaybetmesine, dolgu-dentin arayüzünde boşluk oluşmasına ve mikrosızıntıya neden olabilir.

Biyolojik Özellikler ve Pulpa Hücre Proliferasyonu:

Biyolojik olarak aktif materyallerin, pulpa dokusunun iyileşmesini ve rejenerasyonunu desteklediği gösterilmiştir. Mineralize doku oluşumu bu sürecin önemli bir parçasıdır (Wang, 2015).

Antibakteriyel Aktivite:

Kök kanal tedavisi sonrası dentin tübüllerinde ve lateral kanallarda mikroorganizmalar varlığını sürdürebileceğinden, dolgu materyallerinin antibakteriyel özellik göstermesi uzun dönem başarı için önemlidir (Devi et al., 2019).

Mekanik Dayanım:

Basınç dayanımı, push-out testi ve sertlik testleri (Vickers, Brinell, Knoop) ile değerlendirilir. Yüksek mekanik dayanım, dolgu materyalinin uzun vadeli stabilitesini destekler (Wang, 2015).

Alkali pH ve Kalsiyum İyonu Salınımı:

Yüksek alkali pH ve kalsiyum iyonu salınımının antibakteriyel etki sağladığı ve rezorptif hücre aktivitesini baskıladığı bildirilmiştir (Wang, 2015).

Geleneksel dolgu materyallerinin mikro sızıntıya yatkınlık ve biyolojik aktivite eksikliği gibi dezavantajları bulunmaktadır. (Ørstavik, 2005; Al-Haddad & Aziz, 2016).

2.3.Kök Kanal Dolgu Patlarının Sınıflandırılması

Sertleşme mekanizması ve kimyasal bileşenlerine göre kalsiyum hidroksit, çinko oksit-öjenol, cam iyonomer, silikon, metakrilat rezin, epoksi rezin ve

biyoseramik esaslı endodontik kanal dolgu patları olarak sınıflandırılabilirler (Komabayashi et al., 2020).

2.3.1.Kalsiyum hidroksit esaslı kanal dolgu patları

Kalsiyum hidroksit esaslı kanal dolgu patları, diş hekimliği uygulamalarında uzun süredir kullanılan ve biyouyumlu özellikleri ile bilinen materyaller arasında yer almaktadır. Bu materyallerin canlı dokular tarafından genel olarak iyi tolere edildiği ve klinik kullanımda ciddi yan etkilere nadiren neden olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, yüksek konsantrasyonlarda kullanılan kalsiyum hidroksitin bazı bireylerde alerjik reaksiyonlara veya aşırı duyarlılık yanıtlarına yol açabileceği belirtilmektedir (Singh ve ark., 2021).

Kalsiyum hidroksit esaslı dolgu patlarının radyoopasitelerinin düşük olması radyografik incelemelerde kanal dolgusunun ayırt edilmesini zorlaştırabilmektedir. Buna karşılık, GP'nin yüksek radyoopasiteye sahip olması, kök kanal dolgusunun radyografik olarak daha net biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Ørstavik, 2005). Ancak kalsiyum hidroksit esaslı patların GP ile güçlü bir adezyon oluşturmaması, dolumunun mekanik stabilitesi açısından bazı sınırlılıkların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Singh ve ark., 2021).

2.3.2.Çinko oksit öjenol (ZOE) esaslı kanal dolgu patları

Çinko oksit ojenol (ZOE) esaslı patlar, endodontide kullanılan en eski ve en yaygın materyaller arasındadır. Standart formülasyonlar çinko oksit tozu ve karanfil bitkisinden elde edilen esansiyel bir yağ olan ojenol sıvısı olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır. Sertleşme sürecinde serbest ojenol varlığını sürdürmekte ve zamanla azalmaktadır. ZOE esaslı patların tipik sertleşme süresi 24 ila 48 saat arasında değişmektedir (Wawrzyńska, 2025). Yakın zamanda yayımlanan bir derlemede, taze karıştırılmış ZOE esaslı patların *E. faecalis*'e karşı güçlü antibakteriyel etkisine ilişkin orta düzeyde kanıt bulunduğunu ortaya koymuştur; bununla birlikte, test edilen sekiz sealerin 2–7 günlük bekletilmiş örneklerinde yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu antimikrobiyal aktivite saptanmadığını bildirmiştir. Bu durum ZOE esaslı patların uzun dönem başarısının daha düşük olabileceğini göstermektedir (Fristad, Haug, & Bårdsen, 2024).

2.3.3.Cam iyonomer esaslı kanal dolgu patları (CIS)

CIS esaslı dolgu materyalleri, silikat cam tozu ile poliakrilik asidin su ortamında etkileşime girmesi sonucu oluşan, organik ve inorganik bileşenlerden meydana gelen kompleks sistemlerdir. Bu materyallerin geliştirilmesi, 1960'lı yılların sonlarında floro-alümino-silikat cam tozu ile polikarboksilik asit arasında gerçekleşen asit–baz reaksiyonuna dayanmaktadır (Wilson ve Kent, 1972).

CIS'in dentin yüzeyine bağlanması, poliakrilik asit zincirleri ile dentindeki hidroksiapatit arasında gerçekleşen kimyasal etkileşim ve iyon değişimi mekanizması ile sağlanmaktadır (Lin ve ark., 1992; Weiger ve ark., 1995). Bu materyallerin florür iyonu salabilme özellikleri, diş sert dokularını koruyucu etkiyi artırmakta ve sekonder çürük oluşumunun önlenmesine katkı sağlamaktadır (Forsten, 1991). Sertleşme sürecinde ortam pH'sının düşmesi, bakteriyel kolonizasyonu sınırlayıcı bir etki oluşturabilmekle birlikte, cam iyonomer esaslı materyallerin antimikrobiyal etkinliklerinin genel olarak sınırlı olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, materyalin dayanıklılığına katkıda bulunan özelliklerin yendiden endodontik tedavi sırasında, patın kök kanal sisteminden uzaklaştırılması sürecinde ciddi güçlükler doğurduğu bilinmektedir (Wawrzyńska, 2025).

2.3.4.Silikon esaslı kanal dolgu patları

Silikon esaslı patlar öncelikli olarak divinil polisiloksan ve polimetilhidrosiloksan bileşiminden oluşmaktadır. Bu grubun temsilci ürünleri arasında GuttaFlow, GuttaFlow 2, RoekoSeal ve en güncel formülasyon olan GuttaFlow Bioseal sayılabilir (Wawrzyńska, 2025).

Kapralos ve ark., GuttaFlow 2 ve RoekoSeal'in *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* ve *Enterococcus faecalis* tarafından oluşturulan biyofilm gelişimine karşı etkisiz kaldığını bildirmiştir. (Kapralos et al., 2018, Wawrzyńska, 2025)

Bu materyallerin en son nesli olan GuttaFlow Bioseal, önceki formülasyonlara kıyasla sızdırmazlık kapasitesini artırmak ve biyouyumluluğu iyileştirmek amacıyla biyoseramik bileşenler içermektedir. Özellikle büyüme faktörlerinin yokluğunda dahi insan periodontal ligament kök hücrelerinin sementoblast benzeri hücrelere farklılaşmasını desteklediği bildirilmektedir (Rodríguez-Lozano et al., 2019).

2.3.5.Metakrilat esaslı kanal dolgu patları

Hydron ile örneklendirilen birinci nesil, 2-hidroksietil metakrilat esaslı bir jelden oluşmakta ve ayrı bir kor dolgu materyali gerektirmemesi bakımından kendine özgü bir nitelik taşımaktaydı (Benkel et al., 1976, Mai et al., 2009). Ancak kök kanal sisteminden uzaklaştırılmasındaki güçlük, periapikal enflamasyon oluşturma, materyal rezorpsiyonu, yüksek polimerizasyon büzülmesi ve su emilimi gibi çeşitli önemli dezavantajları nedeniyle kullanımı 1980'li yıllarda sona erdirilmiştir (Kim et al., 2010, Langeland et al., 1981).

İkinci nesil, EndoREZ (Ultradent Products, South Jordan, UT, ABD) gibi hidrofilik üreten metakrilat esaslı bir materyal olan patları kapsamaktadır. Bu materyal, özellikle smear tabakasının uzaklaştırılmasının ardından dentin tübüllerine iyi penetrasyon sergilemektedir (Hammad et al., 2008, Tay et al., 2005).

Üçüncü nesil, self-etching primerler ve dual-cure kompozit rezin pat içeren sistemleri gündeme taşımıştır [81,82]. Bu neslin bir örneği olan FibreFill R.C.S., FibreFill Primer System A ve B ile kullanılmaktadır. Bu sistemler, rezin ile dentin kolajeni arasındaki mikromekanik kilitlenme yoluyla adezyon sağlamakta; böylece geliştirilmiş sızdırmazlık ve bağlanma dayanımı sunan bir hibrit tabaka oluşturmaktadır [(Economides et al., 2004, Shipper & Trope, 2004).

Dördüncü nesil, daha önce ayrı primerler içinde kullanılan asidik monomerleri doğrudan rezin patların içine dahil ederek uygulama sürecini basitleştirmeyi hedeflemiştir. Bu neslin örnekleri arasında 4-metakriloiloksiütil trimelitat anhidrit (4-META) içeren MetaSEAL ve Super-Bond RC Sealer (Accel) (Sun Medical, Japonya) sayılabilir (Wawrzyńska, 2025).

2.3.6. Epoksi rezin esaslı kanal dolgu patları

Epoksi rezin esaslı kanal dolgu patları, uzun süredir iyi fizikokimyasal özellikleri nedeniyle kök kanal dolumunda altın standart olarak kabul görmektedir. Bu özellikler arasında düşük polimerizasyon büzülmesi, yüksek sızdırmazlık kapasitesi, boyutsal stabilite ve düşük çözünürlük yer almakta olup tüm bu özellikler yeniden enfeksiyonu engelleyip, uzun dönem klinik başarıyı desteklemektedir (Wawrzyńska, 2025).

Buna ek olarak epoksi rezin esaslı patlar hem lateral kondensasyon hem de termoplastik dolum teknikleriyle birlikte kullanılmaktadır (Marciano et al., 2011).

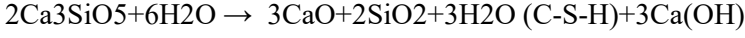
2.3.7. Biyoseramik esaslı kanal dolgu patları

Biyoseramik materyaller, diş hekimliğinde canlı dokularla yüksek uyum gösteren, metal içermeyen ve inorganik yapılarıyla dikkat çeken biyomateriyallerdir (Wang ve ark., 2015). Günümüzde geliştirilen yeni nesil biyoseramik materyaller; vital pulpa tedavileri, kök kanal dolguları, apikal bariyer oluşturulması, rejeneratif endodontik işlemler ve perforasyon onarımları gibi birçok endodontik uygulamada yaygın biçimde kullanılmaktadır (Torabinejad & Chivian, 1999; Parirokh & Torabinejad, 2010; Al-Haddad & Che Ab Aziz, 2016).

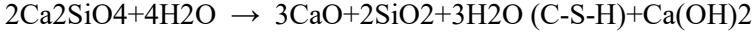
Son yıllarda klinik pratiğe giren biyoseramik esaslı kanal dolgu patları; osteoindüktif özellik göstermeleri, doku sıvılarının varlığında sertleşebilmeleri, uzun süreli antibakteriyel etki sağlamaları ve üstün sızdırmazlık özellikleri ile öne çıkmaktadır. Ayrıca çalışma süresinin uzun olması ve sertleşme sırasında hafif genleşme göstererek kök kanal sistemini boşluksuz doldurabilmeleri bu materyallerin önemli avantajları arasında yer almaktadır (Wang ve ark., 2015; Al-Haddad & Che Ab Aziz, 2016).

Biyoseramik dolgu materyallerinin sertleşme mekanizması, içeriklerindeki trikalsiyum ve dikalsiyum silikatların dentin tübüllerindeki sıvılarla girdiği hidratasyon reaksiyonuna dayanmaktadır (Wang et al., 2015).

Trikalsiyum Hidratasyonu



Dikalsiyum Hidratasyonu



Bu reaksiyonlar sonucunda kalsiyum silikat hidrat (C-S-H) yapısı ve kalsiyum hidroksit oluşmakta; açığa çıkan kalsiyum ve hidroksit iyonları ortamda alkaline bir pH meydana getirmektedir. Serbestleşen iyonlar, hidroksiapatit oluşumunu destekleyerek dolgu materyali ile dentin arasında kimyasal ve fiziksel bağlanmayı mümkün kılan mineral infiltrasyon bölgesinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Han & Okiji, 2015).

Bu özelliklerin sonucunda biyoseramik materyaller; kısa sertleşme süresi, yüksek mekanik dayanıklılık, alkaline pH değeri, kalsiyum iyonu salınımı, yeterli radyoopasite, uygun akışkanlık ve düşük porozite ile çözünürlük gibi avantajlar sunmaktadır. Ayrıca biyoyumluluklarının yüksek olması, biyomineralizasyonu teşvik etmeleri, pulpa hücrelerinin farklılaşmasını indüklemeleri ve belirgin antibakteriyel etki göstermeleri sayesinde iyileşme sürecini hızlandırmakta ve inflamatuvar yanıtı azaltmaktadır (Al-Haddad & Che Ab Aziz, 2016; Wang ve ark., 2015).

Biyoseramik materyallerin radyoopasiteleri; bizmut oksit, zirkonya, tantalum oksit veya baryum zirkonat gibi radyoopasite artırıcı bileşenlerin formülasyona eklenmesiyle sağlanmaktadır (Cardinali & Camilleri, 2023). Biyoseramik esaslı kök kanal dolgu patları, içeriklerine göre kalsiyum silikat/fosfat esaslı materyaller ve Mineral Trioksit Agregat (MTA) içeren materyaller olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılmaktadır. Her iki grup da biyoyumlu yapıları ve antimikrobiyal özellikleri ile modern endodontide önemli bir yer tutmaktadır (Wang ve ark., 2015; Al-Haddad & Che Ab Aziz, 2016).

2.3.7.1. Kalsiyum silikat-fosfat içeren kanal dolgu patları

Kalsiyum silikat esaslı biyoseramik kök kanal dolgu patları, hidrofilik yapıları sayesinde dentin tübüllerinde bulunan doğal nem varlığında hidratasyon reaksiyonu ile sertleşmektedir. (Xuereb et al., 2015). Epoksi rezin esaslı dolgu materyalleri (örneğin AH Plus) ile karşılaştırıldığında, kalsiyum silikat esaslı biyoseramik dolgu patlarının periodontal ligament kök hücreleri üzerinde daha yüksek biyoyumluluk sergilediği ve sitotoksik etki göstermediği bildirilmiştir. Bu materyallerin hücre canlılığını, hücre göçünü ve yüzeye tutunmayı desteklediği çeşitli in vitro çalışmalarla ortaya konmuştur (López-García et al., 2019; Kwak et al., 2023).

Hidrolik kalsiyum silikat esaslı biyoseramik dolgu patlarının irrigantlarla etkileşiminde kimyasal stabilite gösterdiğini ve dentinle etkileşim sonucu apatit benzeri yüzey tabakası oluşturarak bağlanma kapasitesini artırdığını bildirilmiştir (Camilleri & Drukteinis, 2021). Benzer şekilde, biyoseramik kök kanal dolgu patlarının fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde, ISO standartlarını karşılayan radyoopasite, uygun akışkanlık ve kabul edilebilir çözünürlük değerleri sergilediği gösterilmiştir (Zhou ve ark., 2013).

DiaRoot™ Biosealer (DRBS)

DRBS (DiaDent, Güney Kore) Trikalsiyum silikat içermeyen biyoseramik kanal patıdır. Yapısında trikalsiyum alüminat bulunur. Trikalsiyum alüminat su ile reaksiyona girerek trikalsiyum alüminat hidratı oluşturur. Vücut sıcaklığı ve nemli ortamda, alüminat fazı dönüşüm geçirerek dayanımın azalmasına neden olabilir. Bu olumsuzluklar, katkı maddeleri ile kısmen iyileştirilebilir (Camilleri, 2010).

İçeriğindeki zirkonyum oksit sayesinde yüksek radyoopaklık sunar ve pH seviyesinin yüksek olması, bakterilere karşı güçlü bir antimikrobiyal etki sağlar. Ortamdaki nemi absorbe ederek sertleşme sürecini başlatır; bu özellik, dentinle kimyasal bağ kurarak sızdırmazlığı artırır (Mert & Gençoğlu, 2024). Büzülme göstermemesi, uzun vadeli stabilite açısından önemli bir avantajdır. ISO standartlarına göre yapılan değerlendirmelerde, çözünürlük oranı oldukça düşük bulunmuştur (Mert & Gençoğlu, 2024). Akışkanlık açısından, DRBS optimum değerler sunar; bu da isthmuslar ve yan kanallara ulaşma kapasitesini artırır. Boyutsal değişim oranı ise ISO sınırları içinde kalmakta ve kanal içinde genleşme riski taşımamaktadır. (Mert & Gençoğlu, 2024) DRBS, bağlanma dayanımının ve intratübüler mineralizasyonlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada test edilen diğer materyallere göre daha yüksek bulunmuştur (Lee et al., 2024).

EndoSequence BC (ESBC)

ESBC (Brasseler USA, ABD, Savannah, Georgia) biyoseramik esaslı kanal patları arasında öne çıkan, kullanıma hazır formülasyona sahip bir materyaldir. Trikalsiyum silikat, kalsiyum fosfat ve zirkonyum oksit içeriği sayesinde dentinle kimyasal bağ kurarak sızdırmazlık sağlar. Sertleşme süresi üzerine yapılan çalışmalar farklı sonuçlar bildirmiştir (Loushine et al., 2011). Loushine ve ark. (2011), farklı nem koşulları altında tam sertleşmenin uzun sürebileceğini ve bu sürenin 168 saate kadar uzayabildiğini belirtirken, Zhou ve ark. (2013) erken sertleşme süresinin birkaç saat içerisinde gerçekleşebileceğini bildirmiştir. (Zhou et al., 2013) Bu farklılık, çevresel koşulların ve test yöntemlerinin etkisini ortaya koymaktadır. (Loushine et al., 2011; Zhou et al., 2013)

TotalFill BC Sealer (TFBC)

TFBC, (FKG, İsviçre, Switzerland) kalsiyum silikat esaslı ve kullanıma hazır formülasyona sahip biyoseramik bir kök kanal dolgu materyalidir. Materyalin

yapısında trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, kalsiyum hidroksit, monobazik kalsiyum fosfat ve zirkonyum oksit yer almakta olup, bu bileşenlerin biyoyoumluluğa katkı sağladığı ve yeterli radyoopasite kazandırdığı bildirilmiştir (López-García et al., 2019; Kwak et al., 2023). Sertleşme sürecinde dentin tübüllerinden kaynaklanan nemi kullanarak hidroksiapatit oluşumunu teşvik ettiği ve bu sayede dentinle kimyasal etkileşim geliştirdiği ifade edilmektedir. Literatürde,TFBC’ nin sitotoksik etki göstermediği, belirgin düzeyde kalsiyum iyonu salınımı gerçekleştirdiği ve zamanla apatit benzeri yüzey oluşumları geliştirdiği bildirilmiştir (Elsayed et al., 2025; Kwak et al., 2023).

Raman ve Camilleri (2024) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, TFBC’nin erken dönemde yüksek hidrasyon kapasitesi gösterdiği ve zaman içerisinde daha stabil bir yapı kazandığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada, BC Universal Sealer’da geç hidrasyon gözlemlendiği ve bazı partiküllerin reaksiyona girmediği, AH Plus Bioceramic’in ise test çözeltisi içerisinde dağılma eğilimi gösterdiği bildirilmiştir. TFBC karşılaştırılan materyaller arasında en yüksek kalsiyum iyonu salınımını sergileyerek biyolojik aktivite açısından öne çıktığı ifade edilmiştir. (Raman & Camilleri, 2024). Ayrıca, TotalFill BC Sealer ve NeoSEALER Flo’nun *Enterococcus faecalis*’e karşı antimikrobiyal etki gösterdiği ve dişeti fibroblastları üzerinde kabul edilebilir biyoyoumluluk sunduğu rapor edilmiştir (Sebastian et al., 2024).

Well-Root ST

Well-Root ST (Vericom, Güney Kore) kullanıma hazır, enjekte edilebilir bir biyoseramik kök kanal patıdır ve kalsiyum silikat esaslı yapısıyla nem varlığında sertleşerek hidroksiapatit oluşumunu tetikler. Bu özellik, dentinle kimyasal bağ kurmasını ve biyomineralizasyonun desteklenmesini sağlar. Sertleşme sırasında büzülme göstermemesi ve hafif genleşmesi, mikrosızıntıyı azaltarak uzun dönemli sızdırmazlık sağlar, antibakteriyel etki sunar ve periapikal dokularla biyoyoumluluk gösterir. Yapılan bir çalışmada, Well-Root ST’nin irrigantlarla etkileşimi ve dentinle bağlanma kapasitesi değerlendirilmiş, özellikle nemli ortamda sertleşme mekanizmasının dentinle güçlü bir bağ oluşturduğu gösterilmiştir (Kharouf et al., 2023).

iRoot SP

iRoot SP (Innovative Bioceramix, Kanada), kalsiyum silikat esaslı, önceden karıştırılmış ve kullanıma hazır formda sunulan biyoseramik bir kök kanal dolgu patıdır. Zirkonyum oksit, kalsiyum silikat, kalsiyum fosfat ve kalsiyum hidroksit içeren bu materyal, sertleşme reaksiyonunu başlatmak için dentin tübüllerinde bulunan nemden yararlanmaktadır. (Candeiro et al., 2012) Yapılan çalışmalar, iRoot SP’nin yüksek biyoyoumluluğa sahip olduğunu, hücre proliferasyonunu desteklediğini ve *Enterococcus faecalis* gibi dirençli mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkinlik gösterdiğini ortaya koymuştur (Zhou et al., 2015; Loushine et al., 2011). Ayrıca düşük çözünürlüğü ve dentinle kurduğu kimyasal

bağ sayesinde apikal sızıntıyı anlamlı düzeyde azalttığı bildirilmiştir (Donnermeyer et al., 2019).

Bio-C Sealer

Yapılan in vitro çalışmada, Bio-C Sealer ve TFBC Sealer materyalleri, AH Plus'a kıyasla insan periodontal ligament kök hücrelerinde (hPDLSCs) anlamlı düzeyde daha yüksek hücre canlılığı ve göç kapasitesi göstermiştir. AH Plus grubunda ise hücre morfolojisinde bozulmalar, piknotik çekirdek oluşumu ve belirgin sitotoksik etkiler gözlenmiştir. Ayrıca, Bio-C Sealer ve TotalFill BC Sealer ile işlem gören hücreler yüzeye etkin şekilde tutunmuş ve yayılım göstermişken, AH Plus (AHP) ile temas eden hücrelerde yüzey tutunması oldukça zayıf kalmıştır (López-García et al., 2019). Yapılan başka bir çalışmada Bio Root RCS ile Bio-C Sealer fibroblast hücreleri üzerinde benzer şekilde orta hafif toksisite göstermiştir. AHP ve MTA Fillapex ise şiddetli sitotoksik özellik göstermiştir. (Tolosa-Monfà et al., 2023).

Smartpaste Bio

Smartpaste Bio (Smart Seal DRFP Ltd., Stamford, İngiltere), kullanıma hazır formda sunulan, kalsiyum silikat–fosfat esaslı biyoseramik bir kök kanal dolgu materyalidir. Hidrofilik yapısı sayesinde kanal içerisindeki nem varlığında sertleşerek kalsiyum hidroksit ve hidroksiapatit salınımı gerçekleştirir; bu özellikleriyle alkali pH oluşturur ve antibakteriyel etki gösterir (Zhou et al., 2015; Loushine et al., 2011). Rezorbe olmayan yapısı ve boyutsal stabilitesi, uzun dönemli sızdırmazlık ve biyolojik uyum açısından klinik avantaj sağlamaktadır (Zhou et al., 2013).

Hegde ve arkadaşları (2017) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Confocal Lazer Tarama Mikroskobu (CLSM) kullanılarak SmartPaste Bio ve AH Plus sealer'ların dentin tübüllerine penetrasyon derinliği ve penetrasyon yüzdesi karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, SmartPaste Bio'nun dentin tübüllerine penetrasyonunun AHP' ye kıyasla daha derin ve daha homojen olduğu; bu etkinin özellikle ultrasonik aktivasyon tekniği uygulandığında belirgin şekilde arttığı rapor edilmiştir. (Hegde et al., 2017)

BioRoot RCS

BioRoot™ RCS (Septodont, Fransa), trikalsiyum silikat esaslı, biyoseramik bir kök kanal dolgu patıdır ve Septodont tarafından aktif biyosilikat teknolojisi kullanılarak geliştirilmiştir. Üretici firma verilerine göre materyal, dentinle etkileşime girerek yüzeyinde hidroksiapatit benzeri bir yapı oluşumunu desteklemekte ve yüksek alkalinite (yaklaşık pH 11–12) sayesinde mikroorganizmalara karşı elverişsiz bir ortam oluşturmaktadır. Üretici tarafından bildirilen çalışma süresi yaklaşık 10 dakika olup, sertleşme süresi ortam koşullarına bağlı yaklaşık olarak 45 dakika ile 4 saat arasında değişmektedir. (Septodont, 2023)

Jeanneau ve ark. 2019'da yaptığı bir çalışmada bu materyalin insan periodontal ligament fibroblastları üzerindeki etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, inflamatuvar yanıtla ilişkili IL-6 salınımını azalttığını ve TGF- β 1 üretimini artırdığını bildirerek, BioRoot™ RCS'nin hücresel düzeyde rejeneratif süreçleri destekleyebilecek biyolojik bir potansiyele sahip olabileceğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bu biyolojik etkilerin uzun dönem klinik sonuçlara yansımalarının ileri klinik çalışmalarla desteklenmesi gerektiği belirtilmektedir. (Jeanneau et al., 2019)

CeraFill RCS

CeraFill™ RCS (Prevest DenPro, Hindistan), alüminyum içermeyen kalsiyum silikat esaslı, önceden karıştırılmış ve şırınga formunda sunulan bir biyoseramik kök kanal dolgu materyalidir.

Farklı özellikteki kanal dolgu patlar üzerinde gerçekleştirilen karşılaştırmalı bir çalışmada, CeraFill™ RCS'nin çözünürlük değerlerinin Bio-C Sealer ile benzer aralıkta rapor edildiği, ancak epoksi rezin esaslı AHP'ye kıyasla daha yüksek çözünürlük gösterdiği bildirilmiştir (Kharouf et al., 2023). Ayrıca, CeraFill® türü biyoseramik dolgu patlarının, iRoot SP benzeri patlar ile karşılaştırıldığında daha hızlı sertleşme eğilimi ve daha düşük çözünürlük değerleri sergilediği ifade edilmiştir (Yurievna et al., 2023).

GuttaFlow BioSeal

GuttaFlow BioSeal (Coltène/Whaledent, Langenau, Almanya), polidimetilsiloksan esaslı bir kök kanal dolgu materyali olup, içeriğinde gutta-perka partikülleri, zirkonyum oksit, platin, nano gümüş ve biyoseramik cam bulunmaktadır. Hidrofilik yapısı sayesinde nemle temas ettiğinde hidroksiapatit benzeri kristal yapı oluşumunu tetiklediği ve dentinle kimyasal etkileşim kurarak sızdırmazlığa katkı sağladığı gösterilmiştir. (Tay & Pashley, 2007)

Sertleşme sırasında hafif genişleme göstermesi, kök kanal boşluğunda mikrosızıntının azaltılmasına katkı sağlayabilecek bir özellik olarak değerlendirilmektedir (Viapiana et al., 2016). Yapılan bir in vitro çalışmada, GuttaFlow BioSeal'in apikal sızdırmazlık açısından GuttaFlow 2 ve bazı biyoseramik esaslı kök kanal patlarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük sızıntı gösterdiği bildirilmiştir ($p < 0,05$) (Viapiana et al., 2016).

GuttaFlow BioSeal, TFBC ve BioRoot RCS gibi kalsiyum silikat esaslı biyoseramik patlarla karşılaştırıldığında daha düşük çözünürlük ve daha kısa sertleşme süresi sunarken; dentin tübüllerine penetrasyon ve bağlanma gücü açısından nispeten daha sınırlı bir performans sergilemektedir (Kharouf et al., 2023). Bununla birlikte, genişleme özelliği ve bioaktif cam içeriği sayesinde özellikle tek konlu kök kanal dolum tekniklerinde alternatif bir materyal olarak değerlendirilmektedir (Kharouf et al., 2023).

Cera Seal Sealer

CeraSeal (Meta Biomed, Güney Kore), trikalsiyum silikat esaslı, kullanıma hazır ve şırınga formunda sunulan bir biyoseramik kök kanal dolgu materyalidir. Kalsiyum silikat esaslı biyoseramik materyallerin sertleşme sürecinde ortaya çıkan yüksek alkalın ortamın antibakteriyel etki gösterdiği ve periapikal iyileşmeyi desteklediği bildirilmiştir (Ørstavik, 2005).

AH Plus Bioceramic Sealer (AHPB)

AHPB Sealer (Maruchi), önceden karıştırılmış trikalsiyum silikat esaslı bir siman bazlı kök kanal patı olarak piyasaya sunulmuştur. Ürünün distribütörü olan Dentsply Sirona USA'nın bildirimlerine göre, bu patın ESBC'ye kıyasla daha kısa sertleşme süresine sahip olduğu, daha düşük çözünürlük ve film kalınlığı gösterdiği ve daha yüksek radyoopasite sağladığı belirtilmektedir. (Dentsply Sirona, 2022, Sanz et al., 2022). AHPB olarak adlandırılan kalsiyum silikat esaslı yeni nesil kök kanal patının, epoksi rezin esaslı AHP'ye kıyasla insan periodontal ligament kök hücreleri üzerinde anlamlı derecede daha yüksek sitouyumluluk ve biyolojik aktivite gösterdiği belirlenmiştir. AHPB'nin sitouyumluluk düzeyinin, bir diğer kalsiyum silikat esaslı pat olan ESBC ile benzer olduğu bildirilmiştir. (Sanz et al., 2022)

One-Fil Bioceramic Sealer

One-Fil Bioceramic Sealer (Micro-Mega,Fransa kalsiyum silikat esaslı ve kullanıma hazır (premixed) bir biyoseramik kök kanal dolgu patıdır ve güncel literatürde yeni nesil kalsiyum silikat bazlı sealers ile değerlendirilmiştir. Bir in vitro çalışmada One-Fil, CeraSeal, EndoSeal TCS ve BrightEndo MTA gibi çağdaş kalsiyum silikat bazlı sealers ile fiziksel özellikleri ve sitouyumluluk açısından karşılaştırılmış; bu tür materyallerin yüksek akıcılık, yeterli radyoopasite, boyutsal stabilite ve diğer performans kriterlerinde epoksi rezin bazlı sealer'lara benzer ya da üstün özellikler gösterdiği bildirilmiştir (Park et al., 2021). Ayrıca One-Fil'in sertleşme davranışıyla ilgili olarak, kalsiyum silikat bazlı patların nem miktarına bağımlı olduğu ve nemle temasın sertleşme süresi ve bağlanma performansı üzerinde önemli etkisi bulunduğu rapor edilmiştir (Koo et al., 2023)

Neo Sealer Flo

NeoSealer Flo, biyolojik olarak aktif bileşenler olarak trikalsiyum silikat ve dikalsiyum silikat ile radyopaklaştırıcı olarak kalsiyum alüminat, kalsiyum alüminyum oksit, trikalsiyum alüminat ve tantalit içeren önceden karıştırılmış bir biyoseramik dolgu maddesidir. Üretici tarafından eser miktarda kalsiyum sülfat da içerdiği bildirilmiştir. (Zamparini et al., 2022)

2.3.7.2. Mineral Trioksit Agregat (MTA) İçeren Kök Kanal Dolgu Patları

Bu grup kanal dolgu patları; yalnızca kök kanal dolumunda yaygın şekilde kullanılmaktadır.

MTA Fillapex

MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brezilya), salisilat ve doğal rezinlerle birlikte nanosilikat partikülleri içeren MTA esaslı bir kök kanal dolgu materyalidir. Formülasyonunda kalsiyum tungstat, silika nanopartikülleri, mineral trioksit agregat (MTA) ve pigmentler yer almaktadır. Bazı çalışmalarda erken dönemde daha yüksek sitotoksikite gösterdiği belirtilirken (Silva et al., 2016), diğer araştırmalarda materyalin sitotoksik olmadığı ve osteojenik potansiyel sergilediği rapor edilmiştir (Chang et al., 2014). Farklı bir çalışmada, çeşitli irrigasyon protokollerinin apikal sızıntı üzerindeki etkisi değerlendirilmiş; MTA Fillapex ile 2in1 kombinasyonunda en fazla sızıntının gözlemlendiği, buna karşılık ADSEAL ile NaOCl ve EDTA kombinasyonunun en düşük apikal sızıntıya neden olduğu rapor edilmiştir (Singh et al., 2016).

Demiriz ve ark. (2016), MTA Fillapex ile AH Plus'ın dentin duvarına adaptasyonunu karşılaştırmış ve iki materyal arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Mandava ve ark. (2014) ise tek kon tekniğiyle doldurulan dişlerde kırılma dayanımını incelemiş; en yüksek kırılma dayanımının AH Plus grubunda, en düşük dayanımın ise MTA Fillapex kullanılan örneklerde gözlemlendiğini rapor etmişlerdir (Mandava et al., 2014).

Endo CPM Sealer

Endo-CPM-Sealer® (EGEO S.R.L., Buenos Aires, Arjantin), MTA temelli olarak geliştirilmiş ve kök kanal patı şeklinde kullanılmak üzere formüle edilmiş bir materyaldir. Bu ürünün içeriği, temel olarak MTA'ya kalsiyum karbonat ilave edilmesiyle oluşturulmuştur. Kalsiyum karbonat eklenmesinin amacı, sertleşme sonrasında materyalin başlangıçta yaklaşık 12,5 olan pH değerini daha kontrollü bir düzey olan yaklaşık 10 seviyelerine düşürmektir. Böylece materyalin temas ettiği dokularda oluşabilecek yüzeysel nekrozun sınırlandırılması ve alkalen fosfataz enziminin biyolojik aktivitesinin devamına olanak sağlanması hedeflenmektedir. (Gomes-Filho et al., 2009) Endo-CPM-Sealer®'ın yeterli radyoopasiteye sahip olduğu, hidroksil ve kalsiyum iyonu salınımı gerçekleştirdiği, antimikrobiyal özellik gösterdiği ve fibroblast kültürlerinde sitotoksik etki oluşturmaksızın biyouyumlu davrandığı; ayrıca mineralizasyonu uyarttığı çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Hawley, Webb, & Goodell, 2010, Scarparo et al., 2010, Tanomaru et al., 2008 Tanomaru-Filho et al., 2009). Bununla birlikte, yapılan bir çalışmada Endo CPM Sealer ın en yüksek sızıntı değerini gösterdiği ve boya penetrasyonunu apikal bölgede engelleyemediği bildirilmiştir. (Gomes-Filho et al., 2012)

Harvard BioCal RootSeal

Üretici firma Harvard Dental International'a göre Harvard BioCal Root Canal Sealer (Harvard Dental International, Almanya), MTA esaslı bir kök kanal patıdır. Nem varlığında sertleşen yapısı sayesinde dentin yüzeyinde kimyasal etkileşim oluşturabildiği, biyouyumlu ve antibakteriyel özellikler sergilediği üretici tarafından bildirilmektedir (Harvard Dental International, n.d.). Materyalin içeriğinde trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, kalsiyum hidroksit ve zirkonyum oksit gibi bileşenler yer almakta olup, bu bileşenlerin kalsiyum silikat esaslı kök kanal patlarında fiziksel stabilite, alkalın pH oluşumu ve biyolojik aktiviteye katkı sağladığı literatürde rapor edilmiştir (Chang et al., 2014; Silva et al., 2016; Zhou et al., 2013). Zirkonyum oksit içeren kök kanal patlarının yeterli radyoopasite sağladığı ve MTA esaslı materyallerin biyouyumluluk açısından olumlu sonuçlar gösterdiği çeşitli in vitro çalışmalarda bildirilmiştir (Cardinali & Camilleri, 2023; Vitti et al., 2013)

Endoseal MTA

Endoseal MTA (Maruchi, Güney Kore), kalsiyum silikat esaslı bir biyoseramik kök kanal dolgu materyali olup, nemli ortamda sertleşme özelliği sayesinde dentin yüzeyiyle kimyasal etkileşim gösterebilen bir pat olarak tanımlanmaktadır. Materyalin biyouyumlu ve antibakteriyel özellikler sergilediği, bildirilmiştir (Jafari & Jafari, 2017). İçeriğinde trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, kalsiyum hidroksit ve zirkonyum oksit gibi bileşenler yer almakta olup, bu bileşenlerin alkalın pH oluşumu, fiziksel stabilite ve biyolojik aktiviteye katkı sağladığı bildirilmiştir (Jafari & Jafari, 2017). Endoseal ve AH Plus arasında benzer çözünürlük, ancak Endoseal'in daha yüksek boyutlu değişimi gözlemlendiği bildirilmiştir (Lim et al., 2015).

3.Sonuç

Biyoseramik esaslı patlar; yüksek biyouyumlulukları, antibakteriyel etkileri ve nemle sertleşme özellikleri sayesinde endodontik tedavilerde kullanılmaktadır. Kullanıma hazır formları, kolay uygulanabilirlikleri ve düşük kontaminasyon riski ile klinik başarıyı artırmakta; bu yönleriyle modern diş hekimliğinde önemli bir yer edinmektedir. Tüm bu avantajlar doğrultusunda, biyoseramik patların endodontik uygulamalarda gelecekte daha yaygın ve etkin biçimde kullanılacağı öngörülmektedir.

Kaynakça:

- Al-Haddad, A., & Che Ab Aziz, Z. A. (2016). Bioceramic-based root canal sealers: A review. *International Journal of Biomaterials*, 2016, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2016/9753210>
- Balic, A. (2018). Biology explaining tooth repair and regeneration: A minireview. *Gerontology*, 64(4), 382–388. <https://doi.org/10.1159/000486592>
- Benkel, B. H., Rising, D. W., Goldman, L. B., Rosen, H., Goldman, M., & Kronman, J. H. (1976). Use of a hydrophilic plastic as a root canal filling material. *Journal of Endodontics*, 2, 196–202.
- Candeiro, G. T., Correia, F. C., Duarte, M. A., Ribeiro-Siqueira, D. C., & Gavini, G. (2012). Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *Journal of Endodontics*, 38(6), 842–845. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.02.029>
- Camilleri, J. (2010). Hydration characteristics of calcium silicate cements with alternative radiopacifiers used as root-end filling materials. *Journal of Endodontics*, 36(3), 502–508. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.10.018>
- Cardinali, F., & Camilleri, J. (2023). A critical review of the material properties guiding the clinician's choice of root canal sealers. *Clinical Oral Investigations*, 27(8), 4147–4155. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05140-w>
- Camilleri, J., & Druktenis, S. (2021). Interactions of bioceramic materials with dentine and irrigants. *International Endodontic Journal*, 54(2), 246–257. <https://doi.org/10.1111/iej.13411>
- Carvalho, T. S., & Lussi, A. (2017). Age-related morphological, histological and functional changes in teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*, 44(4), 291–298. <https://doi.org/10.1111/joor.12474>
- Chang, S. W., Lee, S. Y., Kang, S. K., Kum, K. Y., & Kim, E. C. (2014). In vitro biocompatibility, inflammatory response, and osteogenic potential of four root canal sealers. *Journal of Endodontics*, 40(10), 1642–1648. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.04.006>
- Darcey, J., Taylor, C., Roudsari, R. V., Jawad, S., & Hunter, M. (2015). Modern endodontic principles. Part 3: Preparation. *Dental Update*, 42(9), 810–822. <https://doi.org/10.12968/denu.2015.42.9.810>
- Darcey, J., Jawad, S., Taylor, C., Roudsari, R. V., & Hunter, M. (2016a). Modern endodontic principles. Part 4: Irrigation. *Dental Update*, 43(1), 20–33. <https://doi.org/10.12968/denu.2016.43.1.20>

- Darcey, J., Roudsari, R. V., Jawad, S., Taylor, C., & Hunter, M. (2016b). Modern endodontic principles. Part 5: Obturation. *Dental Update*, 43(2), 114–129. <https://doi.org/10.12968/denu.2016.43.2.114>
- Demiriz, L., Koçak, M. M., Koçak, S., Sağlam, B. C., & Türker, S. A. (2016). Evaluation of the dentinal wall adaptation ability of MTA Fillapex using SEM. *Journal of Conservative Dentistry*, 19(3), 220–224. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.181936>
- Dentsply Sirona. (2022). AH Plus Bioceramic Sealer: Instructions for Use. Dentsply Sirona Inc
- Devi, M. T., Saha, S., Tripathi, A. M., Dhinsa, K., Kalra, S. K., & Ghoshal, U. (2019). Evaluation of the antimicrobial efficacy of herbal extracts added to root canal sealers of different bases: An in vitro study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 12(5), 398–404. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1660>
- Donnermeyer, D., Bürklein, S., Dammaschke, T., & Schäfer, E. (2019). Endodontic sealers based on calcium silicates: A systematic review. *Odontology*, 107(4), 421–436. <https://doi.org/10.1007/s10266-018-0400-3>
- Economides, N., Kokorikos, I., Kolokuris, I., Panagiotis, B., & Gogos, C. (2004). Comparative study of apical sealing ability of a new resin-based root canal sealer. *Journal of Endodontics*, 30, 403–405.
- Elsayed, M. A., Elgendy, A. A. E., Hassanien, I. E., & Schäfer, E. (2025). Evaluation of osteoconductivity and inflammatory response of a resin-based and a resin-free calcium silicate sealer: An in vivo study. *Clinical Oral Investigations*, 29(6), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s00784-025-06417-y>
- Forsten, L. (1991). Fluoride release and uptake by glass ionomers. *European Journal of Oral Sciences*, 99(3), 241–245. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1991.tb01891.x>
- Fristad, I., Haug, S., & Bårdsen, A. (2024). Biological properties versus solubility of endodontic sealers and cements. *Biomaterial Investigations in Dentistry*, 11, 54–65. <https://doi.org/10.2340/biid.v11.40863>
- Gasner, N. S., & Brizuela, M. (2023). Endodontic materials used to fill root canals. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK587367/>
- Gomes-Filho, J. E., Watanabe, S., Bernabé, P. F. E., & Costa, M. T. M. (2009). A mineral trioxide aggregate sealer stimulated mineralization. *Journal of Endodontics*, 35(2), 256–260. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.11.006>
- Gomes-Filho, J. E., Moreira, J. V., Watanabe, S., Lodi, C. S., Cintra, L. T., Dezan Junior, E., Bernabé, P. F., Nery, M. J., & Otoboni Filho, J. A. (2012). Sealability of MTA and calcium hydroxide-containing sealers. *Journal of*

Applied Oral Science, 20(3), 347–351. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572012000300009>

- Hammad, M., Qualtrough, A., & Silikas, N. (2008). Extended setting shrinkage behavior of endodontic sealers. *Journal of Endodontics*, 34, 90–93.
- Han, L., Okiji, T., (2015). Bioactivity evaluation of calcium silicate-based endodontic materials. *Journal of Endodontics*, 41(8), 1237–1242. <https://doi.org/10.1111/iej.12062>
- Hawley, M., Webb, T. D., & Goodell, G. G. (2010). Effect of varying water-to-powder ratios on the setting expansion of white and gray mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 36(8), 1377–1379. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.010>
- Hegde, V., Jain, A., & Mhadgut, R. P. (2017). Evaluation of percentage and depth of Smartpaste Bio versus AH Plus sealer penetration using three different activation techniques: A confocal laser scanning microscopic study. *Endodontology*, 29(2), 130–135. https://doi.org/10.4103/endo.endo_26_17
- Jafari, F., & Jafari, S. (2017). Composition and physicochemical properties of calcium silicate-based sealers: A review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(10), e1249–e1255. <https://doi.org/10.4317/jced.54103>
- Jardine, A. P., da Rosa, R. A., Santini, M. F., Wagner, M., Só, M. V. R., Kuga, M. C., et al. (2016). The effect of final irrigation on the penetrability of an epoxy resin-based sealer into dentinal tubules: A confocal microscopy study. *Clinical Oral Investigations*, 20(1), 117–123. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1474-8>
- Jeanneau, C., Giraud, T., Laurent, P., & About, I. (2019). BioRoot RCS extracts modulate the early mechanisms of periodontal inflammation and regeneration. *Journal of Endodontics*, 45(8), 1016–1023. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.04.003>
- Kapralos, V., Koutroulis, A., Ørstavik, D., Sunde, P. T., & Rukke, H. V. (2018). Antibacterial activity of endodontic sealers against planktonic bacteria and bacteria in biofilms. *Journal of Endodontics*, 44, 149–154.
- Kharouf, N., Sauro, S., Eid, A., Zghal, J., Bourgi, R., Arntz, Y., & Haikel, Y. (2023). Physicochemical and mechanical properties of premixed calcium silicate and resin sealers. *Journal of Functional Biomaterials*, 14(1), 9. <https://doi.org/10.3390/jfb14010009>
- Kim, S. Y., Kim, K. J., Yi, Y. A., & Seo, D. G. (2015). Quantitative microleakage analysis of root canal filling materials. *Scanning*, 37(4), 237–245. <https://doi.org/10.1002/sca.21204>

- Kim, Y. K., Grandini, S., Ames, J. M., Gu, L. S., Kim, S. K., Pashley, D. H., Gutmann, J. L., & Tay, F. R. (2010). Critical review on methacrylate resin-based root canal sealers. *Journal of Endodontics*, 36, 383–399.
- Komabayashi, T., Colmenar, D., Cvach, N., Bhat, A., Primus, C., & Imai, Y. (2020). Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dental Materials Journal*, 39(5), 703–720. <https://doi.org/10.4012/dmj.2019-288>
- Koo, J., Kwak, S. W., & Kim, H. C. (2023). Differences in setting time of calcium silicate-based sealers under different test conditions. *Journal of Dental Sciences*, 18(3), 1042–1046. doi: 10.1016/j.jds.2022.11.029
- Kwak, S. W., Koo, J., Song, M., Jang, I. H., Gambarini, G., & Kim, H. C. (2023). Physicochemical properties and biocompatibility of various bioceramic root canal sealers: In vitro study. *Journal of Endodontics*, 49(7), 873–881. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2023.05.013>
- Langeland, K., Olsson, B., & Pascon, E. A. (1981). Biological evaluation of Hydron. *Journal of Endodontics*, 7, 196–204.
- Lee, Y. N., Kim, M. K., Kim, H. J., Yu, M. K., Lee, K. W., & Min, K. S. (2024). Evaluation of the root dentin bond strength and intratubular biomineralization of a premixed calcium aluminate-based hydraulic bioceramic endodontic sealer. *Journal of Oral Science*, 66(2), 1–8. <https://doi.org/10.2334/josnugd.23-0235>
- Lim, E. S., Park, Y. B., Kwon, Y. S., Shon, W. J., Lee, K. W., & Min, K. S. (2015). Physical properties and biocompatibility of an injectable calcium-silicate-based root canal sealer: In vitro and in vivo study. *BMC Oral Health*, 15(1), 129. <https://doi.org/10.1186/s12903-015-0112-9>
- Lin, A., McIntyre, N. S., & Davidson, R. D. (1992). Studies on the adhesion of glass-ionomer cements to dentin. *Journal of Dental Research*, 71(11). <https://doi.org/10.1177/00220345920710111401>
- López-García, S., Pecci-Lloret, M. R., Guerrero-Gironés, J., Pecci-Lloret, M. P., Rodríguez-Lozano, F. J., & Forner, L. (2019). Comparative cytocompatibility and mineralization potential of Bio-C sealer and TotalFill BC sealer. *Materials*, 12(19), 3087. <https://doi.org/10.3390/ma12193087>
- Loushine, B. A., Bryan, T. E., Looney, S. W., Gillen, B. M., Loushine, R. J., Weller, R. N., & Pashley, D. H. (2011). Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *Journal of Endodontics*, 37(5), 673–677. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.01.003>
- Mandava, J., Chang, P. C., Roopesh, B., Anupreeta, A., & Uma, C. (2014). Comparative evaluation of fracture resistance of root dentin. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(1), 53–57. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.124140>

- Mai, S., Kim, Y. K., Hiraishi, N., Ling, J., Pashley, D. H., & Tay, F. R. (2009). Evaluation of the true self-etching potential of a fourth generation self-adhesive methacrylate resin-based sealer. *Journal of Endodontics*, 35, 870–874.
- Mert, D. B., & Gençoğlu, N. (2024). Evaluation of the physical properties of different bioceramic-based root canal sealers. *Bezmialem Science*, 12(2), 224–230.
- Ørstavik, D., Eriksen, H. M., & Beyer-Olsen, E. M. (1983). Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. *International Endodontic Journal*, 16(2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1983.tb01297.x>
- Ørstavik, D. (2005). Materials used for root canal obturation. *Endodontic Topics*, 12(1), 25–38. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2005.00197.x>
- Parirokh, M., & Torabinejad, M. (2010). Mineral trioxide aggregate: A comprehensive literature review—Part I. *Journal of Endodontics*, 36(1), 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.006>
- Park, M. G., Kim, I. R., Kim, H. J., Kwak, S. W., & Kim, H. C. (2021). Physicochemical properties and cytocompatibility of newly developed calcium silicate-based sealers. *Australian Endodontic Journal*, 47(3), 512–519. doi:10.1111/aej.12515
- Pirani, C., & Camilleri, J. (2023). Effectiveness of root canal filling materials and techniques for treatment of apical periodontitis: A systematic review. *International Endodontic Journal*, 56 (S3), 436–454. <https://doi.org/10.1111/iej.13787>
- Raman, V., & Camilleri, J. (2024). Characterization and assessment of physical properties of 3 single syringe hydraulic cement-based sealers. *Journal of Endodontics*, 50(3), 381–388. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.01.001>
- Rodríguez-Lozano, F. J., Collado-González, M., Tomás-Catalá, C. J., García-Bernal, D., López, S., Oñate-Sánchez, R. E., Moraleda, J. M., & Murcia, L. (2019). GuttaFlow Bioseal promotes spontaneous differentiation of human periodontal ligament stem cells into cementoblast-like cells. *Dental Materials*, 35, 114–124.
- Sanz, J. L., López-García, S., Rodríguez-Lozano, F. J., Melo, M., Lozano, A., Llena, C., & Forner, L. (2022). Cytocompatibility and bioactive potential of AH Plus Bioceramic Sealer: An in vitro study. *International Endodontic Journal*, 55(10), 1066–1080. <https://doi.org/10.1111/iej.13805>
- Scarpato, R. K., Haddad, D., Acasigua, G. A., Fossati, A. C., Fachin, E. V., & Grecca, F. S. (2010). Mineral trioxide aggregate-based sealer: Analysis of tissue reactions to a new endodontic material. *Journal of Endodontics*, 36(7), 1174–1178. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.02.031>

- Sebastian, S., El-Sayed, W., Adtani, P., Zaarour, R. F., Nandakumar, A., Elemam, R. F., Eid, B., & Elsewify, T. (2024). Evaluation of the antibacterial and cytotoxic properties of TotalFill and NeoSEALER Flo bioceramic sealers. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 27(5), 491–497. https://doi.org/10.4103/JCDE.JCDE_103_24
- Septodont. (2023). BioRoot™ RCS: Active biosilicate technology root canal sealer [Product information]. Septodont.
- Shipper, G., & Trope, M. (2004). In vitro microbial leakage of endodontically treated teeth using new and standard obturation techniques. *Journal of Endodontics*, 30, 154–158.
- Shipper, G., Ørstavik, 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). *Journal of Endodontics*, 30(5). <https://doi.org/10.1097/00004770-200405000-00009>
- Silva, E. J. N. L., Accorsi-Mendonça, T., Pedrosa, A. C., Granjeiro, J. M., & Zaia, A. A. (2016). Long-term cytotoxicity, pH and dissolution rate of AH Plus and MTA Fillapex. *Brazilian Dental Journal*, 27(4), 419–423. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201600735>
- Singh, R., Pushpa, S., Arunagiri, D., Sawhny, A., Misra, A., & Sujatha, R. (2016). The effect of irrigating solutions on the apical sealing ability of MTA Fillapex and Adseal root canal pats. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 10(4), 251–256. <https://doi.org/10.15171/joddd.2016.040>
- Singh, R., Sonali, C., Udhey, C., Chauhan, M., Kour, P., & Thapliyal, S. (2021). Different root canal medicaments used in dentistry: A literature review. *IP Indian Journal of Conservative and Endodontics*, 6(4). <https://doi.org/10.18231/j.ijce.2021.043>
- Song, W., Li, S., Tang, Q., Chen, L., & Yuan, Z. (2021). In vitro biocompatibility and bioactivity of calcium silicate-based bioceramics. *International Journal of Molecular Medicine*, 48(1), 128. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2021.4961>
- Tanomaru, J. M., Tanomaru-Filho, M., Hotta, J., Watanabe, E., & Ito, I. Y. (2008). Antimicrobial activity of endodontic sealers based on calcium hydroxide and MTA. *Acta Odontologica Latinoamericana*, 21(2), 147–151.
- Tanomaru-Filho, M., Chaves Faleiros, F. B., Saçaki, J. N., Duarte, M. A. H., & Guerreiro-Tanomaru, J. M. (2009). Evaluation of pH and calcium ion release of root-end filling materials containing calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 35(10), 1418–1421. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.07.009>
- Tay, F. R., Loushine, R. J., Monticelli, F., Weller, R. N., Breschi, L., Ferrari, M., & Pashley, D. H. (2005). Effectiveness of resin-coated gutta-percha cones and

- a dual-cured, hydrophilic methacrylate resin-based sealer in obturating root canals. *Journal of Endodontics*, 31, 659–664.
- Tay, F. R., & Pashley, D. H. (2007). Monoblocks in root canals: A hypothetical or a tangible goal? *Journal of Endodontics*, 33(4), 391–398. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.12.009>
- Tolosa-Monfà, A., Veroni, A., Blasi-Cabús, J., Ballester-Palacios, M.-L., & Berástegui-Jimeno, E. (2023). *Cytotoxicity comparison of Bio C Sealer against multiple root canal sealers. Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 15(2), e110–e117. <https://doi.org/10.4317/jced.59868>
- Torabinejad, M., & Chivian, N. (1999). Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 25(3), 197–205.
- Viapiana, R., Guerreiro-Tanomaru, J. M., Tanomaru-Filho, M., & Camilleri, J. (2014). Interface of dentine to root canal sealers. *Journal of Dentistry*, 42(3), 336–350. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.11.013>
- Vishwanath, V., & Rao, H. M. (2019). Gutta-percha in endodontics - A comprehensive review of material science. *Journal of Conservative Dentistry*, 22 (3), 216. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_420_18
- Vitti, R. P., Prati, C., Silva, E. J. N. L., & Veerk, (2013). Physical properties of MTA Fillapex pat. *Journal of Endodontics*, 39(7), 915–918.
- Wang, Z. (2015). Bioceramic materials in endodontics. *Endodontic Topics*, 32(1), 3–30. <https://doi.org/10.1111/etp.12075>
- Wawrzyńska, M. (2025). Endodontic sealers and innovations to enhance their properties: A current review. *Materials*, 18(18), 4259. <https://doi.org/10.3390/ma18184259>
- Weiger, R., Heuchert, T., Hahn, R., & Löst, C. (1995). Adhesion of a glass ionomer cement to human radicular dentine. *Dental Traumatology*, 11(5). <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1995.tb00491.x>
- Wilson, A. D., & Kent, B. E. (1972). A new translucent cement for dentistry: The glass ionomer cement. *British Dental Journal*, 132(4). <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4802810>
- Xuereb, M., Vella, P., Damidot, D., Sammut, C. V., & Camilleri, J. (2015). In situ assessment of the setting of tricalcium silicate-based sealers using a dentin pressure model. *Journal of Endodontics*, 41(1), 11–24. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.09.015>
- Yurievna, L. E., Mikhailovich, P. V., Tokhiriyon, B., Nikolaevna, D. N., Anatolyevna, P. G., & Yurievich, L. N. (2023). *A comparative evaluation of “Cerafill” and “iRoot” bioceramic sealers: Mechanical and chemical insights. Asian Journal of Periodontics and Orthodontics*, 3, 12–17. <https://doi.org/10.51847/xwOhbZsqp0>

- Zamparini, F., Prati, C., Taddei, P., Spinelli, A., Di Foggia, M., & Gandolfi, M. G. (2022). Chemical-physical properties and bioactivity of new premixed calcium silicate-bioceramic root canal sealers. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(22), 13914. <https://doi.org/10.3390/ijms232213914>
- Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389-398. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.09.014>
- Zero, D. T., Zandona, A. F., Vail, M. M., & Spolnik, K. J. (2011). Dental caries and pulpal disease. *Dental Clinics of North America*, 55(1), 29–46. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2010.08.010>
- Zhou, H. M., Shen, Y., Zheng, W., Li, L., Zheng, Y. F., & Haapasalo, M. (2013). Physical properties of 5 root canal sealers. *Journal of Endodontics*, 39(10), 1281–1286. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.06.012>
- Zhou, H. M., Du, T. F., Shen, Y., Wang, Z. J., Zheng, Y. F., & Haapasalo, M. (2015). In vitro cytotoxicity of calcium silicate-containing endodontic sealers. *Journal of Endodontics*, 41(1), 56–61. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.09.012>

