



DERİN DENTİN ÇÜRÜKLERİNİN TEDAVİSİNDE ALTERNATİF YENİ YÖNTEMLER

ALTERNATIVE NEW METHODS FOR THE TREATMENT OF DEEP DENTINE CARIES

Dt. İzgen HACIOĞULLARI*

Prof. Dr. Nuran ULUSOY*

Yrd. Doç. Dr. Esra CENGİZ*

Makale Kodu/Article code: 2528

Makale Gönderilme tarihi: 24.12.2015

Kabul Tarihi: 23.03.2016

ÖZ

Günümüzde modern diş hekimliği kapsamında, diş dokularının maksimum oranda korunması ve fonksiyon görmesi için minimal invaziv yöntemler uygulanmaktadır. G.V. Black tarafından tanımlanmış olan geleneksel görüşe bağlı kalınarak uygulanan derin dentin çürüğü tedavilerinde tüm çürük dokunun uzaklaştırılması, pulpanın perforasyonuna dolayısıyla endodontik girişimlere ve bazı durumlarda çekime neden olabilmektedir. Dişin ağızda kalma süresi, fonksiyonu ve prognozu açısından önemli bir etken olan pulpanın vitalitesinin daha uzun süre korunabilmesi amacıyla adeziv sistemler ve restoratif materyallerdeki yeni gelişmelerle günümüzde pek çok yeni tedavi yaklaşımı ve materyal geliştirilmiştir. Bu derlemede derin dentin çürüğü varlığında çürüğün uzaklaştırılmasındaki selektif yaklaşımlar, kavitenin dezenfeksiyonu, kuafaj uygulamaları ve derin dentin çürüğünün tedavisindeki güncel yaklaşımlar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aşamalı Çürük Tedavisi, Derin Dentin Çürüğü, Dezenfeksiyon, Selektif Yaklaşımlar

ABSTRACT

Currently minimal intervention techniques are put into practice for the maximum preservation of tooth structure and function in modern dentistry. While treating deep dentine caries according to the traditional method defined by G.V. Black, removing all of the carious tissue can give way to perforation of the pulp, endodontic treatment or at some issues the extraction of the tooth. To protect the vitality of the pulp which is so important for the lifetime, function and prognose of a tooth, new methods and materials has been improved according to the increased understanding of the histology and phsyology of the dentin-pulp complex and the current developments of the adhesive resine systems and restorative materials. The selective caries removal techniques, disinfection of the cavity, the pulp capping methods and the currrent treatment methods used in the presence of a deep dentin caries were discussed in this review.

Key words: Deep Dentine Caries, Disinfection, Selective Approaches, Stepwise-excavation

GİRİŞ

Çürük lezyonlarının tedavisine yönelik geleneksel tedavi yöntemini 100 yıl önce tanımlayan G.V. Black, kavitede yumuşak çürük dokusu bırakmamak için gerekirse pulpanın perfore edilebileceğini belirtmiştir.^{1,2} Bu geleneksel tedavi yöntemi, tüm demineralize dentini ve desteksiz mine prizmalarını içerecek şekilde renklenmiş tüm dokunun sert bir kavite tabanı elde edene dek uzaklaştırılmasına yönelik olup kullanılacak restoratif materyal için yeterli boşluğun

sağlanmasını, kavitede mekanik tutuculuğu sağlayacak formun oluşturulmasını ve ileride çürük gelişebilecek tüm pit ve fissürlerin kaviteye dahil edilmesini de içermektedir.¹⁻³ Derin dentin çürüklerinin varlığında geleneksel görüşe dayanarak tüm çürük dokunun uzaklaştırılması; pulpanın perforasyonuna ve buna bağlı olarak endodontik girişimlere veya dişin çekimine neden olabilmektedir. Bu konuda günümüzde hala tartışılan ve kesin bir sonuca varılamayan ikinci bir görüş de, pulpayı koruyabilmek için renklenmiş olan çürük dentin tabakasının kavitede bırakılabileceğidir.⁴

* Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD



Dişin ağızda kalma süresi, fonksiyonu ve prognozu açısından önemli bir etken olan pulpanın vitalitesinin daha uzun süre korunabilmesi amacıyla çürüğün oluşum mekanizmasının, pulpa-dentin kompleksinin çürüğe karşı yanıt mekanizmalarının, çürük lezyonuna ait mikroflora özelliklerinin daha iyi anlaşılmasıyla ve restoratif materyaller ve uygulama yöntemlerindeki gelişmelerle konvansiyonel ve radikal uygulamaların yerini daha minimal, koruyucu ve konservatif yaklaşımlar almıştır.

Çürüğü Uzaklaştırmada Selektif Yaklaşımlar

Dentin çürüğünün tabakaları detaylı olarak incelendiğinde; bakteri penetrasyonunun lezyonun en derin kısmına kadar gerçekleşmediği gözlenmektedir.^{3,5-7} Derin dentin çürüklerinin varlığında, pulpanın perforasyon riski göz önüne alınırsa, pulpanın vitalitesini koruyabilmek ve dişin ağızda kalma süresini artırarak daha uzun süre fonksiyon görmesini sağlamak amacıyla daha konservatif bir yaklaşım olan çürüğün selektif olarak uzaklaştırılması gündeme gelmiştir.^{5,8} Bu amaçla geliştirilen selektif yaklaşımlar, enfekte dentin, etkilenmiş dentin ve sağlıklı diş dokularının ayırt edilebilmesine yardımcı olarak, derin dentin çürüklerinde pulpaya zarar vermeden operatif işlemlerin tamamlanmasını sağlamaktadır. Selektif doku uzaklaştırılmasında kullanılan yöntemler şunlardır:

1.Polimer Frezler: Elmas ve tungsten karbit frezler; enfekte dentin, etkilenmiş dentin ve sağlıklı doku ayrımı yapmadan, uygulandığı dokunun tamamını uzaklaştırmaktadır. Minimal invaziv diş hekimliği kapsamında bu sorunu çözmek ve sadece enfekte dentini uzaklaştırabilmek amacıyla, Boston tarafından yumuşak polyamide/imide polimer materyalinden yapılmış frezler üretilmiştir.^{9,10} Polimer frezler, enfekte dentinden daha sert, sağlıklı ve etkilenmiş dentinden ise daha yumuşaktır. Böylece enfekte dentin uzaklaştırılırken frez sağlam kalmakta, sağlıklı dokuya gelince ise frez aşınmaktadır. Çürük uzaklaştırılırken düşük devirli turla kullanılıp lezyonun orta kısmından periferine doğru hareket edilir. Yapılan çalışmalarda, polimer frezlerin çürük uzaklaştırmadaki etkinliği, karbit frezlerden daha az bulunurken ekskavatörle arasında bir fark bulunamamıştır.^{11,12} Er:YAG lazer, çelik frez ve ekskavatörle karşılaştırıldığı bir çalışmada ise çürüğü uzaklaştırma hızının çelik frezlerden sonra ikinci sırada olduğu ancak yetersiz preperasyonun gözleendiği

belirtilmiştir.¹³ Yine de bu çalışmalarda en konservatif yöntemin polimer frezler olduğu da belirtilmiştir.^{12,13} Bir çalışmada ise; karbit frez, ekskavatör ve polimer frezle çürük uzaklaştırılması sonrası tüm yöntemlerde S. mutans ve laktobasil sayısının azaldığı ancak en etkili yöntemin karbit frez olduğu belirtilmiştir.¹⁴

2.Kemomekanik Yöntemler: Kemomekanik yöntemlerin temel prensibi; enfekte dentini proteoliz yoluyla selektif olarak yumuşatarak el aletleriyle kolayca uzaklaştırılmasını sağlamaktır.^{3, 15-18} Bu amaçla ilk üretilen ajanların çürük dokudaki kısmen yapısı bozulmuş kollajen lifleri klorlayarak hidrojen bağlarını kıran ve dokuyu yumuşatan NaOCl türevleri olduğu bildirilmiştir.¹⁸ 1972'de ilk kez kullanılan %5'lik NaOCl solusyonu, kararsız yapıda olduğundan ve etkilenmiş dentin, enfekte dentin ve sağlıklı dokuları ayırt edememesi nedeniyle amino asitlerin eklendiği yeni ajanlar geliştirilmiştir.¹⁸ Bunlar sırasıyla GK101, GK101E (Caridex; (National Patent Dental Products, Inc., New Brunswick, NJ, ABD) ve 1998'de kemomekanik yöntemlerin yeniden gündeme gelmesini sağlayan Carisolv'dür (MediTeam, Göteborg, İsveç).^{15,18,19} Carisolv, %0.25 NaOCl ile 3 amino asit (glutamik asit, lösin, lizin) içeren karboksimetilselülozdan oluşan kırmızı renkli bir jel sistemdir.¹⁸ Carisolv yapısındaki amino asitler, yapısı bozulmuş kollajen liflerde bulunan farklı yapıdaki protein zincirlerine etki ederek sodyum hipokloritin etkinliğini artırırken aynı zamanda sağlıklı dokuya ulaşan ajanı nötralize ederek buradaki kollajen liflerin yapısının bozulmasını da engellemektedir.¹⁷

İlerleyen dönemde NaOCl bazlı ajanlara ek olarak enzim bazlı ajanlar da geliştirilmiştir. 1989 yılında Goldberg ve Keil'in, bakteriyel bir enzim olan ve *Clostridium histolyticum*'dan elde edilen akromobakter kollajenazı sadece yumuşak dentini uzaklaştırmak amacıyla 2-5 saat çürüğe uyguladıkları ve çalışma sonunda hiçbir bakterinin mevcut olmadığı ve sağlıklı dentin yüzeyinin korunduğu bildirilmiştir.²⁰⁻²² Bir çalışmada ise *Streptomyces griseus*'dan elde edilen spesifik olmayan proteolitik bir enzim olan pronaz, çürüğü uzaklaştırmada etkili bulunmuş ancak bu materyalle ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.²³ Günümüzde kullanılmakta olan enzim bazlı kemomekanik ajanlar ise; Papacarie (Formula and Acao, Sao Paulo, Brezilya) ve hala deneysel aşamada olan Biosolv (SFC-V and SFC-VIII, 3M-ESPE AG, Seefeld, Almanya)'dür. Papacarie, 'çürük yiyici'



anlamına gelen Portekizce bir sözcüktür.¹⁸ Papacarie başlıca *Carica papaya* ağacından elde edilen bir proteolitik enzim olan, bakterisidal ve antiinflamatuvar etkinliği olan papain'den, kloramin, toluidin mavisi ve çeşitli tuzlardan oluşmaktadır. Bir çalışmada enfekte dentindeki yapısı bozulmuş kollajen lifleri etkilerken sağlıklı dentindeki kollajenleri etkilemediği gösterilmiştir.^{18,19} Biosolv ise; fosforik asit/ sodyum bifosfat tamponu içerisindeki pepsin enziminden oluşmakta olup hala deneysel aşamadır.¹⁸

Çürük uzaklaştırma yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, Carisolv kullanılması, Er:YAG lazer, frezler ve diğer yöntemlere göre daha selektif olduğu, daha konservatif kavite hazırlanabildiği ve hastaların daha az ağrı şikayeti olduğu belirtilmiştir.^{5,17,24,25} Sono-abrazyon, air-abrazyon, elle ekskavyon, frezle ekskavyon yöntemleri ile karşılaştırıldığında ise; Carisolv'un smear tabakası oluşturduğu veya dentin tübüllerini tamamen ya da kısmen açıkta bıraktığı, Papacarie'nin ise tübüllerini tamamen açıkta bıraktığı rapor edilmiştir.²⁶⁻²⁸ S mutans ve laktobasil başta olmak üzere mikroorganizma sayısının Carisolv, Papacarie ve elle ekskavyon yöntemlerinin üçüyle de azaldığı ancak etkili yöntemin Papacarie olduğu belirtilmiştir.^{3,8,29}

Kemomekanik yöntemlerin çürüğün uzaklaştırılmasındaki etkinliği diğer yöntemlerle benzer olsa da dezavantaj olarak uygulama daha uzun sürmekte ve jelin uygulanacağı çürük alanına ulaşmak veya en son kavite sınırlarını düzeltmek amacıyla frezlerin kullanılması gerekmektedir.^{5,17,21,25,30-33}

3.Çürük Boyaları: Çürük boyaalarının kullanımının ilk kez 1970'lerde Fusayama tarafından kullanılan bazik fuksin ile gündeme geldiği bildirilmiştir.³⁴ Bazik fuksin, propilen glikol içerisinde %1 asit kırmızı ve povidon iyodür çürük boyası olarak kullanılmıştır ancak genotoksisite çalışmalarında bazik fuksinin ciddi mutajenik etkileri gözlenmiştir.³⁵⁻³⁷ Yapılan çalışmalarla, çürük boyaalarının; dişin diğer bölgelerine oranla daha az mineralize olan pulpa çevresi dentin ile mine-dentin sınırını da çürük dokuya benzer şekilde boyadığı ve teşhiste yanılmalara neden olabilecekleri gösterilmiştir.^{34,38-41} Bunun üzerine sonradan üretilen Carbolan Green, Coomassie Blue ve Lissamine Blue ile bazik fuksin ve asit kırmızı karşılaştırılmış ancak bu boyaaların da yeterince selektif olmayıp sağlıklı dentini de boyadığı gözlenmiştir.^{34,39-41} Mikrobiyolojik çalışmalar ise; boyanan ve boyanmayan kısımlar arasında bakteri

sayısı açısından çok fazla fark olmadığını göstermiştir.⁴² Çürüğü temizlerken daha selektif bir yaklaşımın geliştirilebilmesi için üretilecek çürük boyaaları, mineralizasyon derecesinden çok karyojenik bakterilere ve/veya dentin matriksin degradasyon ürünlerine özel olmalıdır.

4. Lazerler: Lazer (*laser*); İngilizce 'light amplification by stimulated emission of radiation' tanımının baş harflerinden oluşmaktadır.^{43,44} Lazerler 20 yılı aşkın bir süredir; çürük teşhisi, tedavisi ve oluşumunun önlenmesi, kavitenin dezenfeksiyonu, vitalitenin değerlendirilmesi, kuafaj ve amputasyon tedavileri, hassasiyet tedavileri, beyazlatma tedavileri ve kompozit polimerizasyonunda ışık kaynağı olarak kullanılması gibi pek çok restoratif işlemde yer almaktadır.^{22,44-48}

Lazer enerjisi su ve hidroksiapatitte yüksek oranda emilirler. Lazer enerjisi, doku içerisindeki su tarafından hızla absorbe edilip, su moleküllerinin mikro saniyeler içinde ısınarak genişmesini sağlar.^{22,46,47} Bu genişleme, sert diş dokularındaki partiküllerde mikropatlmalara (termomekanik ablyasyon) yol açar.⁴⁷ Çürük diş dokusu normal dokudan daha yüksek miktarda su oranına sahip olduğu için; çürük doku, lazer enerjisi ile kısa sürede uzaklaştırılır.

Çürüğün uzaklaştırılmasında klinik kullanıma ilk giren lazerler, CO₂ ve Nd:YAG lazerlerdir.⁴⁷ Bu lazerler, pulpada ısı artışı ile birlikte termal yaralanmalara, yumuşak doku yaralanmalarına yol açabilecek yüksek enerji yoğunluklarına sahip oldukları için daha sonraları, başta FDA tarafından onaylanan Er:YAG lazer olmak üzere Er:YSGG ve Er,Cr:YSGG gibi Erbium lazerler klinik kullanıma girmiştir.^{43-45,47,49}

Çürük uzaklaştırmada en kontrollü çalışmanın Nd:YAG lazerle sağlandığı ve sağlıklı dokunun korunabildiği bildirilmiştir.²² Opak yapıya sahip olan dentinde, renk ve yapıya bağlı olarak farklı absorpsiyon özellikleri görülür.⁴⁷ Nd:YAG lazerle çürük uzaklaştırılırken; sağlıklı dentinden daha koyu renkli olan çürük dentin, enerjinin büyük bir bölümünü absorbe edeceğinden, çürüğü uzaklaştırmak için yeterli olacak optimum ışığın emilimini sağlayacak enerji seviyeleri ayarlanabilmektedir.^{22,47}

Nd: YAG lazerlerin pulpada neden olduğu ısı artışının Er:YAG lazerlere oranla daha fazla olduğu gözlenirken, pulpa yaralanmalarına neden olabilecek bu ısı artışının, dentin tübüllerinin yönüyle de ilgili olduğu, dentin tübüllerinin yönünün lazer ışınına paralel seyretmesinin ısı geçişini artırdığı belirtilmiştir.⁵⁰

Erbium lazerlerin temassız kullanımı ile vibrasyon, gürültü, ağrı, anestezi gereksinimi gibi dezavantajlar ortadan kaldırılmakta ve hasta için çürük tedavileri daha kabul edilebilir ve konforlu bir hal almaktadır.^{43,45,47} Ayrıca su soğutmalı bu sistemlerle pulpada ısı artışı minimumda tutularak hasarlar önlenmeye çalışılmaktadır. Dokuya temas etmeden çalışma zorunluluğunun getirdiği kontrol kaybı, floresans geribildirim özelliği ile kombine edilmiş Er:YAG lazerler ve Er, Cr:YSGG lazerlere eklenen sesli uyarı sistemi ile giderilmeye çalışılmıştır.⁵¹⁻⁵³

Çürüğü uzaklaştırmak amacıyla kullanılan CO₂, Nd:YAG ve Erbium lazerler sağlıklı doku ile çürük dokunun ayırt edilmesini sağlarken, enfekte ve etkilenmiş dentin ayırımı sağlayamamaktadır. Bu nedenle daha selektif yaklaşımlar için gerekli dalga boyları ve lazer tipleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla deneysel olarak üretilen bir atımı ayarlanabilir mid-infrared lazer kullanılarak yapılan çalışmalarda; 5,75-6,60 µm dalga boylarında demineralize ve sağlıklı dentin ayırt edilebilirken, enfekte dentinin selektif olarak uzaklaştırılabilmesi için gerekli dalga boyunun 6 µm ve 6,02 µm olduğu saptanmıştır.^{54,55} Bu lazer tipine ek olarak geliştirilen 5,75- 5,85 µm dalga boylarında uygulanan nanosaniye atımlı lazerin de enfekte dentini selektif ve daha konservatif bir şekilde uzaklaştırdığı gösterilmiştir.^{56,57}

Başta gizli çürüklerin teşhisi amacıyla geliştirilen lazer indüklü floresans yönteminin de çürük boylarına göre kavite içerisinde kalan çürüğün saptanmasında daha hassas olduğu ve alternatif olarak kullanılabilceği öne sürülmüştür. Bu amaçla bir diod lazer olan DIAGNOdent (KaVo, Biberach, Almanya) kullanılmaktadır ancak; selektif bir yaklaşımın elde edilebilmesi için dentin çürüğünün tabakalarına göre DIAGNOdent'ten elde edilecek değerlerin belirleneceği çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.⁵⁸

Düşük güçteki lazerler tolunium klorit gibi bazı kimyasal boyalar ile birlikte kullanıldıkları zaman bakterisit etki gösterdikleri için dezenfeksiyon amacıyla da kullanılabilir.⁵⁹

5.FACE (Fluorescence Aided Caries Excavation)

Floresans, ışık veya elektromanyetik radyasyon uygulanan bir materyal tarafından ışığın emilmesi ve daha uzun dalga boyunda spontan olarak salınması olarak tanımlanabilir.^{60,61} Dişte floresans özelliği;

yüksek oranda organik bileşen içerdiği için dentin dokusunda daha fazla gözlenir.⁶⁰ Çürük boyları ve kemomekanik yöntemlerin uygulanması hekimin harcadığı zamanı artırdığından sağlıklı ve çürük dokular ile bakterilerin floresans özelliklerinden faydalanarak FACE geliştirilmiştir. 370-420 nm bant aralığında yer alan mor-mavi ışığın kaviteye uygulandığı FACE sisteminde sağlıklı doku yeşil, çürük doku ise turuncu-kırmızı floresans oluşturmaktadır.⁶¹⁻⁶³ Ortamın aydınlık derecesinin laboratuvar çalışmalarındaki etkinliğini etkilediği saptanmıştır.⁶¹⁻⁶³ Çürük dokunun turuncu-kırmızı floresans özelliğinin mikroorganizmalar tarafından üretilen porfirin ve metalloporfirinlerden kaynaklı olduğu ve mikroorganizma miktarının da belirlenebileceği düşünülmektedir.⁶¹⁻⁶³ Bu nedenle etkilenmiş dentinde mikroorganizmalar bulunmadığından FACE yöntemiyle enfekte ve etkilenmiş dentinin ayırt edilebileceği ortaya konulmuştur.^{61,64} FACE, çürük boyları, kemomekanik yöntemler, elle ekskavasyon yöntemlerine göre daha hızlı ve daha konservatif bulunurken, FACE ile kavitedeki mikroorganizma sayısının da daha az olduğu ve enfekte dentinin pulpayı perfore etmeden daha efektif bir şekilde uzaklaştırıldığı gözlenmiştir.⁶¹⁻⁶⁶

Derin Dentin Çürüklerinde Kavitenin Dezenfeksiyonu

Kavite preparasyonu sonrası kavite duvarlarında, smear tabakasında ve dentin tübüllerinde kalabilecek ve sekonder çürüğe, postoperatif hassasiyete, hatta pulpal inflamasyona sebep olabilecek rezidüel bakterilerin yok edilmesi, restorasyonun devamlılığı açısından önem taşımaktadır. Bu amaçla kavitenin dezenfeksiyonu önerilmektedir.²⁸ Dezenfeksiyon amacıyla kavite dezenfektanları, ozon ve ışıkla aktive edilen dezenfeksiyon gibi yöntemler kullanılmaktadır (Tablo 1).^{59,67-88}

Kuafaj (Pulpa Kapaklaması) Uygulamaları

Çürük, travma veya restoratif işlemler sonucu perfore olmuş pulpa veya geride bırakılmış çok ince dentin tabakası yüzeyine çeşitli ajanlar uygulanarak, pulpanın iyileşmesinin ve tamir dentini yapımının indüklenmesinin amaçlandığı tedavi yöntemine kuafaj denir. Kuafajın ilk kez 1756 yılında Philipp Pfaff tarafından perfore olmuş pulpa üzerine küçük bir parça altın koyularak gerçekleştirildiği bildirilmiştir.⁸⁹

Mekanik veya travmatik olarak vital pulpanın perforasyonu durumunda perfore pulpa üzerine



Tablo 1. Kavite dezenfeksiyon yöntemleri.^{59,67-88}

DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ	GENEL BİLGİ	ETKİ ETTİĞİ MİKROORGANİZMALAR
KLORHEKSİDİN GLUKONAT ^{67,70,73}	<ul style="list-style-type: none">*Kuaterner amonyum yapılı, bis-biguanid bileşiğidir.*Etkisi pH 7-8 arasında en fazla, 5,2'nin altında ise oldukça sınırlıdır.*Değişik dozlarda (%0,2;%1;%2) kullanılan KHX jel formleri solüsyona kıyasla daha güçlü antibakteriyel etki göstermektedir.*Düşük konsantrasyonda bakteriyostatik, yüksek konsantrasyonda ise bakterisittir.*Klinikte kullanılan ürünler: Corsodyl gel, Cervitec gel, Consepsis	<ul style="list-style-type: none">*Gram (+) koklar özellikle de Streptococcus mutanslar (S. mutans)*Gram (-) fakültatif anaerob ve aeroblar.*Laktobasiller ise daha dirençli olup eliminasyonu için daha yüksek konsantrasyonlarda kullanımı gereklidir.
BENZALKONYUM KLORÜR ^{67,70-73}	<ul style="list-style-type: none">*Katyonik yapıda kuaterner amonyum bileşiğidir.*Mikroorganizmaların (özellikle gram (-) bakterilerin) hücre duvarları lipoprotein ağırlıklı yapıda olduğundan, bu yapıyı etkileyerek sitoplazmik membranın selektif geçirgenliğini bozar ve bakterisidal etki gösterir.*Klinikte kullanılan ürünler: Tubulicid Red, Tubulicid Plus	<ul style="list-style-type: none">*S. mutans, S. salivarius*Actinomyces viscosus*Lactobacillus acidophilus*Staphylococcus aureus
HİDROJEN PEROKSİT (H₂O₂) ^{67,70-73}	<ul style="list-style-type: none">*Katalaz ya da diğer peroksidaz aktivitesi bulunan mikroorganizmalar düşük konsantrasyonlardaki H₂O₂'e direnç sağlarken, yüksek konsantrasyonlardaki H₂O₂ bu savunma mekanizmasını ortadan kaldırmaktadır.	<ul style="list-style-type: none">*S. mutans*Virüsler*Mayalar*Bakteri ve bakteri sporları (özellikle gram (+) bakteriler)*L. acidophilus ve S. aureus üzerine klorheksidin glukonattan daha fazla antibakteriyel etkinlik göstermektedir.
SODYUM HİPOKLORİT (NaOCl) ⁶⁷	<ul style="list-style-type: none">*Günümüzde en etkili konsantrasyonunun hangisi olduğu tartışmalı bir konudur.*Geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajandır ve pH 11,8'de kavite asiditesini nötr hale getirerek bakterilerin çoğalmasını önler.	<ul style="list-style-type: none">*%5,25'lik konsantrasyonu S. mutans üzerinde etkili*Bakteriofajlar*Virüsler*Bakteri ve bakteri sporları*Mayalar
İYODİN ^{67,71}	<ul style="list-style-type: none">*Dezenfeksiyon amacıyla iyodin taşıyıcı ya da iyodin salan ajanlar (iyodofor) geliştirilmiştir.*İyodoforlar iyodin ve aktif serbest iyodin rezervuarı olarak rol oynayan taşıyıcı ya da çözücü ajan karışımından oluşurlar.*Klinikte kullanılan ürünler: Povidon İyodin, Poloksamer İyodin, İyodoforlar	<ul style="list-style-type: none">*S. mutans*L. acidophilus*S. aureus*Mantarlar*Virüsler
ALEO VERA ^{68,69}	<ul style="list-style-type: none">*Aleo vera, sukulent bir bitki türünden elde edilen güçlü antibakteriyel, antifungal, antiviral, antioksidan ve anti-inflamatuar özellikleri olan visköz bir jel olup düşük sitotoksik etki göstermektedir.*Aleo vera içerisinde bulunan ve dezenfeksiyon etkisini sağlayan temel maddeler antrakonin, aloin, aloe-emodin, aloetik acid, antrasen, aloe mannan, aloeride, antranol, krizofanik asit, resistanol ve saponindir.*Antibakteriyel etkisini; bakterilerin protein sentezini inhibe ederek ya da dokuda fagositozu uyarak gösterir.*Klinikte kullanılan ürünler: Forever Bright	<ul style="list-style-type: none">*Karyojenik bakteriler*Mantarlar*Virüsler
HYALURONİK ASİT ⁶⁸	<ul style="list-style-type: none">*Odontoblast hücrelerine karşı oldukça biyouyumludur.	<ul style="list-style-type: none">*Oral bakteriler
PROPOLİS ^{69,74}	<ul style="list-style-type: none">*Anıların kovanlarını kapatmak için kullandığı kompleks bir karışımdır.*Vitaminler, mineral tuzlar, flavonoid gibi fenolik bileşikler, yağ asitleri, aromatik asitler ve esterler, %30 mumlar, %5 polen, %4-15 uçucu materyaller ve %13 bilinmeyen maddeler içeren bir rezindir. Antibakteriyel etkinliğindeki en önemli maddeler krisin ve sinamik asittir.*Antiinflamatuar, antiseptik, terapötik, antibakteriyel, antiviral, antifungal ve antiprotozoal özelliklerinden dolayı tıp ve diş hekimliğinde kullanılmaktadır.*Propolis, bakteri hücre duvarları ve sitoplazmasında yıkıma neden olmakta, glikoziltransferaz enzim inhibisyonu ile bakterilerin adezyonunu engellemekte ve bakteri hücre bölünmesini inhibe etmektedir.	<ul style="list-style-type: none">*S. Mutans*Mantarlar*Virüsler*Protozoalar
OZON ⁷⁵⁻⁸⁰	<ul style="list-style-type: none">*Yüksek oksidasyon kuvvetiyle bakterilerin tahribatında etkin rol oynayan güçlü ve etkili antimikrobiyal bir ajandır.*Havada bulunan oksijenin parçalanması yoluyla elde edildiği için kararsız yapısı nedeniyle dezenfeksiyon görevini tamamladıktan sonra ham maddesi olan oksijene dönüşmektedir.*Dezenfeksiyon ajanı olarak sıvı veya gaz formda uygulanabilir; ancak su veya yağlar içerisinde çözülmüş olan sıvı formlarının uygulanması daha kolaydır.*Etkinlik %2,5'lik NaOCl ile benzer.*Tükürük varlığında 10 ve 30 sn ozon uygulaması, S. mutans ve L. casei sayılarını azaltamazken uygulama süresi 60 snye kadar çıkarıldığında tükürük proteinlerini değişime uğratarak etkili olmaktadır.*Klinikte kullanılan ürünler: Healozone	<ul style="list-style-type: none">*S. mutans, S. Sobrinus*Gram (+) ve gram (-) oral mikroorganizmaları*Lactobacillus casei*E. faecalis*1 µg/ml'e kadar E. coli, Pseudomonas aeruginosa, Serratia marcescens ve Candida albicans*3-5 µg/ml'de Staphylococcuslar
İşıklı aktive edilen dezenfeksiyon (PAD) ^{59,81-88}	<ul style="list-style-type: none">*Tek başına kullanıldığında dezenfeksiyon etkisi olmayan düşük güçteki lazerler bazı kimyasal boyalar ile birlikte kullanıldıkları zaman bakterisit etki elde edilebilmektedir. Bu amaçla en sık kullanılan ajan tololium klorittir.*630-700 nm dalga boyuna sahip kırmızı ışık, ışığa duyarlı çoğu ajanı aktive etmektedir. En sık 635 nm dalga boyunda kırmızı ışık yayan diyot lazer kullanılmaktadır.*Klinikte kullanılan ürünler: Fenotiyazin boyalar (toluidin mavisi O, metilen/dimetilen mavisi), Fitalosyaninler, Klorinler, Porfirinler, Ksantenler, Monoterpenikler, Metilen mavisi yüklenmiş polyanopartiküller	<ul style="list-style-type: none">*S. mutans Streptococcus intermedium, Streptococcus anginosus*Fusobacterium nucleatum*Peptostreptococcus micros*Prevotella intermedia*E. Faecalis



biyomateryal uygulanması işlemine direkt pulpa kuafajı denir. Perforasyon bölgesindeki odontoblastlar yok edildiğinden tamir dentini yapımı için enfekte olmamış vital pulpa içerisindeki kök hücrelerin farklılaşmasına ihtiyaç vardır. Uygulanacak kuafaj materyalleri bu farklılaşmayı uyaracak TGF- β (Transforming growth factor) gibi büyüme faktörleri ve hücre dışı moleküllerin salgılanmasını sağlamalıdır.^{90,91} Pulpa perforasyonunu engellemek amacıyla pulpa yakın çürük dentin uzaklaştırılmadan, üzerinin biyouyumlu bir materyalle örtülerek primer odontoblastların korunmasını ve pulpa-dentin sınırında tamir dentini oluşumunun ve mevcut dentinin remineralizasyonunun indüklenmesini amaçlayan tedavi yöntemine ise indirekt pulpa kuafajı denir.

Pulpal reaksiyonların gün geçtikçe daha iyi anlaşılması, kuafaj amacı ile kullanılan pek çok materyalin gündeme gelmesine neden olmuştur (Tablo 2).⁸⁹ Tedavi yöntemlerinin geliştirilmesiyle ilgili geleceğe yönelik fikirler, pulpa ile biyouyumlu, anti-inflamatuar, tamir dentin yapımını ve remineralizasyonu indükleyici kuafaj materyallerinin geliştirilmesi, parsiyel pulpa nekrozu durumunda pulpada parsiyel kalsifikasyonlar sağlanarak bakteri invazyonu ve inflamasyonunun bloke edilmesini sağlayacak materyallerin geliştirilmesi ve pulpa nekrozunun gözlenmediği durumlarda pulpa dokusunun rejenerasyonunu içermektedir.⁹⁰

Kuafaj işleminin başarısı; yeterli izolasyonun sağlanabilmesi, kontaminasyon varlığı ya da yokluğu gibi uygulamanın hangi koşullarda gerçekleştirildiği, uygulama sonrası iyi bir sızdırmazlık sağlayabilecek restorasyonun yapılıp yapılamayacağı, periodontal hastalıkların varlığı, hastanın yaşı, perforasyonun yeri, boyutu, kanama süresi, şekli ve perforasyon nedeni (travma veya çürük nedeniyle), kullanılan kuafaj materyalinin biyouyumluluğu ve antibakteriyel etkinliği, pulpanın iyileşme kapasitesi, önceden pulpal semptomların varlığı gibi prognozu etkileyen çeşitli faktörlere bağlıdır. Kuafaj işleminin başarılı olduğunu belirtebilmek için vaka en az beş yıl takip edilmeli, pulpanın vitalitesi devam etmeli, tedavi öncesi pulpal semptomlar mevcutsa sona ermeli ve en az altı-yedi ay sonra yapılan radyolojik incelemelerde tamir dentini yapımı gözlenmelidir.^{90,92} Olası başarısızlıklar ise, kalsifik metamorfoz sonucu kanalların tıkanması, internal rezorpsiyon, pulpanın nekroze olması, perküsyonda hassasiyet ve periapikal patoloji, fistül

gelişmesidir.^{90,92}

Derin Dentin Çürüğü Tedavisinde Güncel Yaklaşımlar

Geleneksel tedavi yöntemlerinde bakteriler tarafından enfekte edilmiş tüm çürük doku, frezler veya keskin aletler yardımı ile uzaklaştırılır. Çürük dokunun tamamen uzaklaştırılması pulpanın perforasyon riskini artırmaktadır. Pulpanın perforasyonu; maliyeti daha yüksek, uygulaması daha zor ve daha uzun süren endodontik veya cerrahi işlemleri beraberinde getirmektedir.⁹³ Endodontik tedavi sırasında pulpa erişilebilirliği amacıyla uygun giriş kavitesinin açılması gerekliliği, kök kanal morfolojilerindeki varyasyonlar, asepsi, antisepsi kurallarının itina ile uygulanıp kanalların dezenfeksiyonu, kanalların uygun şekilde preparasyonu ve doldurulması gibi pek çok faktör harcanan zamanı artırmakta, tedavinin başarısını ve kalan dokunun fonksiyonel ve estetik şekilde restorasyonunu zorlandırmaktadır.⁹⁴ Bunlara ek olarak endodontik tedavi görmüş dişlerde, periapikal bölgede kemik yoğunluğunda azalma, mobilite, periapikal patoloji gelişimi, kök rezorpsiyonu, dişte çatlak ve fraktür gelişimi, restorasyonlarında marjinal uyumsuzluk, koronal sızıntı ve fraktürler gibi pek çok kritik komplikasyonun gelişebilmesi nedeniyle günümüzde pulpa mümkün olduğunca vital olarak korunmaya çalışılmaktadır.^{94,95} Günümüzde dişin prognozu açısından oldukça önemli olan pulpanın vitalitesinin korunması amacıyla yıllar boyu kabul görmüş olan geleneksel yöntemlere karşı üç farklı uygulama geliştirilmiştir.⁹³

1.Çürük Uzaklaştırılmadan Kavitenin Daimi Dolgu Materyali ile Örtülmesi

Bu yaklaşım ilk kez 1972'de Handelman⁹⁶ tarafından ortaya atılmıştır. Bu tedavi yöntemine göre; enfekte ve yumuşak çürük uzaklaştırılmadan diş içerisinde daimi bir restorasyonla hapsedilmektedir. Handelman⁹⁷, fissür örtücülerin muayene sırasında gözden kaçan başlangıç çürük lezyonları üzerine uygulanmasının zararlı olup olmadığına karar verebilmek için fissür örtücülerini, teşhisi konulmuş çürükler üzerine uygulayarak etkilerin gözlenmesi gerektiğini öne sürmüştü ve iki yıllık bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada dentinin orta üçlüsüne kadar ilerlemiş ve yüksek oranda enfekte pit ve fissür çürüklerine direkt olarak fissür örtücü uygulanmıştır. İlk iki hafta içerisinde çürükteki bakteri miktarı yüksek oranda azalmıştır. Radyografik ve klinik incelemeler iki yıl boyunca çürük



Tablo 2. Kuafaj uygulamalarında kullanılan materyal ve yöntemlerin avantaj ve dezavantajları.⁸⁹

KUAFAJ MATERYALİ	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Kalsiyum hidroksit (Ca(OH)₂)	*Direkt pulpa kuafajında altın standart *Çok iyi antibakteriyel özellik *Mineralizasyonu indükleyici *Düşük sitotoksisite	*Oral sıvılarda fazla çözünürlük *Zamana bağlı olarak çözünme eğilimi *Pulpa odasında tıkanmaya neden olacak kadar dentin formasyonu *Adezyonda eksiklik *Asit uygulaması sonrası bozulma *Tamir dentini içerisinde tünel varlığı
Çinko oksit öjenol (ZOE) siman	*İnflamasyonu azaltır	*Kalsifik köprü oluşumunda yetersizlik, pulpayla direkt temasında kronik inflamasyon ve nekroz *Sitotoksik olan öjenolun yüksek konsantrasyonda salınımı *Ara yüzde sızıntı
Kortikosteroidler ve antibiyotikler	*Pulpa inflamasyonu azaltır *Ca(OH) ₂ ile birlikte Vankomisin kullanılması daha düzenli reparatif dentin köprülerinin oluşumunu indükler	*Bakteriyemi riski olan hastalarda kullanılmamalı
Polikarboksilat siman	*Diş yapısına kimyasal olarak bağlanır	*Antibakteriyel etkinlik yetersiz *Kalsifik köprü oluşumunu indüklemeye başarısız
İnert maddeler (İzobütül akrilat ve trikalsiyum fosfat seramik)	*Pulpa inflamasyonu azaltır *Dentin köprü oluşumunu indükler	*Bu materyallerin hiçbirisi geçerli bir teknik olarak diş hekimlerine tanıtılmadı
Kollajen	*Ca(OH) ₂ 'e oranla daha az irrite edici *Mineralizasyona yardımcı	*Geniş dentin köprü oluşumunu sağlamaz
Bonding ajanlar (4-META-MMA-TBB adezivler ve hibrit dentin bonding ajanlar)	*Sert dokulara yüksek adezyon *Mikrosızıntıya karşı etkili örtücülük	*Sitotoksik etkiye sahip *Kalsifik köprü oluşumu yetersiz *In vivo çalışmalar, 0,5 mm'den daha az dentin tabakası veya perfore pulpa üzerine direkt adeziv rezin uygulanmasının kan damarlarında dilatasyon ve konjesyon beraberinde kronik pulpa cevaba neden olduğunu göstermiştir.
Kalsiyum fosfat siman	*Ca(OH) ₂ 'den farklı olarak yüzeyel doku nekrozuna neden olmadan dentin köprü oluşumunu sağlar *İyi fiziksel özellikler, biyouyumlu, zamanla hidroksiapatite dönüşüm	*Bu materyali değerlendirmek için klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.
Hidroksiapatit	*Biyouyumlu, termodinamik olarak en stabil kalsiyum fosfat seramik *Yeni oluşan mineralize doku için iskelet görevi görür	*Pulpanın yüzeyel nekrozu ile birlikte hafif inflamasyon
Lazerler (CO₂,Nd: AG)	*Sekonder dentin oluşumu, mineralizasyon gelişimini indükler *Hedef dokuda sterilizasyon *Bakterisidal etki	*Hassas teknik *Yüksek dozlarda pulpada termal hasar
Cam iyonomer/ Resin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCIS)	*Bakteri invazyonuna karşı çok iyi örtücülük *Flor salınımı *Dentine benzer termal genişleme katsayısı ve elastisite modülü *Hem mine hem dentine bağlanma *İyi biyouyumluluk	*Kronik inflamasyona neden olur *Dentin köprü oluşumunda yetersiz *Direkt hücre temasında sitotoksik *Yavaş sertleşme ve yüksek çözünürlük gibi yetersiz fiziksel özellikler *RMCIS geleneksele göre daha sitotoksik dolayısıyla direkt olarak pulpa dokusuna uygulanmamalıdır
Mineral trioksit agregat (MTA)	*İyi biyouyumluluk *Daha az pulpa inflamasyon *Ca(OH) ₂ 'e göre daha öngörülebilir sert doku bariyer oluşumu *Antibakteriyel özellik *Radyoopasite *Biyoaktif dentin matriks proteinlerini açığa çıkarır	*Daha pahalı *Uygulama zorluğu *Uzun uygulama süresi *Gri MTA dişte renklenmeye neden olur *Uygulamanın 2 aşamada gerçekleşmesi *Yüksek çözünürlük
MTYA1-Ca (Ca(OH)₂ içeren rezin kuafaj materyali)	*Nekrotik tabaka oluşturmadan dentin köprü oluşumunu sağlar *RMCIS'a benzer, CIS'dan daha fazla makaslama kuvveti *Dycal'in aksine pulpa boşluğunda azalma yaratmadan dentin köprü oluşumu *Dentine daha iyi adezyon	*%10 Ca(OH) ₂ varlığı materyalin tamamen sertleşmesini engelleyerek artık monomer kalmasına ve bu nedenle de sitotoksisiteye neden olur.
Kök hücreler	*Dentin-pulpa kompleksinin rejenerasyonu *Eksfoliyе süt dişlerinden elde edilen kök hücreler (SHED), Dental pulpa kök hücrelerinden (DPSC)	*Maliyeti yüksek *Hassas teknik
Büyüme faktörleri	*Osteodentin ve tübüler dentin oluşumu *Daha homojen tamir dentini oluşumu *Mineralizasyon indükleyici özellikleri Ca(OH) ₂ 'ye göre daha üstün *28 gün sonunda dentin köprü oluşumu Dycal'a eşdeğer *Sadece (BMP)TGF-β1 tamir dentini oluşumunu indükler	*Beklenmedik yan etki ve üretim görülmeye olasılığı *Maliyetleri klinik uygulama için engel *İnflame pulpa varlığında tamir dentini yapımını indüklemeye başarısız *Yarılama ömrü kısa, Yüksek konsantrasyon gerekliliği *Klinik uygulama için uygun taşıyıcıların geliştirilmesi gerekli *Pulpa odasının kontrolsüz tıkanmasını engellemek için uygun cevap dozunun belirlenmesi gerekli *Aktif moleküllerin tekrarlanan implantasyonu sonucu immunolojik problemlerin gelişme olasılığı *Diğer büyüme faktörleri tamir dentini üretimini indükleyememekte

Tablo 2'nin devamı

Kemik sialoprotein (Bonesialoprotein)	*Homojen ve iyi mineralize tamir dentini oluşumunu indüklemekte *Mineralizasyon indükleyici özellikleri Ca(OH) ₂ 'den üstün	*Daha ileri klinik çalışmalara ihtiyaç var
Kalsiyum silikat bazlı siman (Biodentine) (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, Fransa)	*Biyouyumlu, İyi antimikrobiyal etkinlik *Tersiyer dentin oluşumunu indükler *Mekanik olarak daha güçlü, daha az çözünür ve daha sıkı örtücülük *Uygulama süresi kısa, MTA'ya göre dahakolay uygulanabilirlik özellikleri	*Daha uzun takip *Kesin değerlendirme için klinik çalışmalara gereklilik
Enzimler (Heme-oxgenase-1, Simvastatin)	*İnsan pulpa hücrelerindeki nitrik oksit ve proinflamatuvar sitokinlere karşı hücre koruyucu rol oynar, H ₂ O ₂ indüklü sitotoksiteyi ve insan pulpa hücrelerinde oksidatif stresi engeller *Antiinflamatuvar etkinlik, Anjiogenez indüksiyonu *Dentin oluşumunu artıracak şekilde odontoblast fonksiyonlarını geliştirir	*Daha ileri in vitro ve in vivo çalışma gereksinimi *Yüksek konsantrasyonlarda pulpa dokusunda hasar *Direkt olarak pulpa dokusuna veya indirekt olarak kaviteye uygulanmadan önce uygun konsantrasyonu belirlemek için dikkatli değerlendirme gerektirmektedir
Propolis (Rus penisilini)	*Antioksidan, antibakteriyel, antifungal antiviral ve antiinflamatuvar özellikler *MTA ile benzer, Dycal'dan üstün köprü oluşumu *Pulpa kollajen oluşumu ile pulpal inflamasyonun ve dejenerasyonun azaltılması *Tamir dentini oluşumunun indüklenmesi	*2,4 hafta sonra parsiyel dentin köprü oluşumu ile birlikte hafif/orta şiddette inflamasyon
Novel endodontik siman (NEC)	*Biyouyumlu *Daha kısa uygulama süresi *Dişin boyanmasına neden olmaz *MTA'ya oranla daha kolay uygulanabilir, daha az pulpa inflamasyonuna neden olarak daha geniş dentin köprü oluşumunu sağlar.	*İnflamasyon pulpa varlığında pulpanın cevabının değerlendirilmesi için daha ileri incelemelere ihtiyaç vardır
Emdogain (EMD)	*Odontoblast farklılaşmasına ve tamir dentini oluşumuna öncülük eder *İnflamatuvar sitokin üretimini baskılayarak hasarlı pulpa dokusunun iyileşebileceği bir çevre yaratır, TGF-β benzeri moleküller içerir *EMD uygulanan dişlerde oluşan sert doku miktarı Ca(OH) ₂ uygulananlardan 2 kat daha fazladır *Post operatif semptomlar daha azdır *EMD ile birlikte MTA uygulaması Ca(OH) ₂ 'e göre daha iyi sert doku cevabı oluşturur.	*Zayıf örtücülük özelliği nedeniyle EMD jel (propilen glikol aljinat jel içinde çözülmüş EMD) başka bir kuafaj materyali ile uygulanmadığında sert doku bariyeri oluşturmada etkisiz olduğu gözlenmiştir. *Klinik avantajları kanıtlanmamıştır
Odontojenik ameloblast ilişkili protein (ODAM)	*Biyouyumlu, reaksiyoner dentin oluşumunu hızlandırır *MTA'yla karşılaştırıldığında pulpa odasında tkama yapmadan ve aşırı tersiyer dentin oluşturmadan normal pulpal doku oluşumu	*Sadece in vitro çalışmaların yapılması *Daha fazla örnek içerene ve daha uzun süre takip yapılan daha ileri daha gelişmiş primat çalışmaları yapılmalı
Biyoseramikler (ERRP (Endo sequence root repair material))	*Antibakteriyel etkinlik *Dycal, MTA ve Ca(OH) ₂ 'e göre daha az sitotoksik	*Hücrelerin biyoaktivitesinde ve ALP aktivitesinde düşüş

lezyonlarında ilerleme olmadığını göstermiştir. Going ve ark.⁹⁸'nin konuyla ilgili beş yıllık takip çalışmasında Handelman'ın⁹⁷ bulgularını destekler şekilde, fissür örtücü uygulanan lezyonların %89'unda çürüğün aktif formdan inaktif forma geçtiği, lezyonlardaki mikroorganizma sayısının azalmış olduğu belirtilmiştir. Bir başka çalışmada ise; mine-dentin sınırını aşan ve kavitasyon göstermeyen pit ve fissür çürüklerine flor salabilen rezin bazlı bir fissür örtücü olan Fluroshield (Dentsply, Caulk, Milford, DE, ABD) uygulandığında; 1., 2. ve 3. yıl sonunda yapılan değerlendirmelerde çürüğün ilerleme sıklığı, uygulanmamasına oranla daha az olmuştur.^{99,100} Bir diğer takip çalışmasında ise; dentine ilerlemiş okluzal çürükler ya sadece yüzey polisajından sonra Fluroshield (Dentsply, Rio de Janeiro, Brezilya) ile örtülmüş ya da çürük kısmen uzaklaştırılarak Z250 (3 M ESPE, Saint Paul, ABD) kompozit materyali ile restore edilmiştir.¹⁰¹ 6, 12 ve 18. ayların sonunda yapılan kontrollerde restorasyon

başarısızlıkları fissür örtücü grubunda daha fazla bulunmuş ancak çürüğün ilerlemesinin engellenmesinde iki grup da başarılı bulunmuştur.

Fissür örtücüler dışında 1980'lerde Norna Hall tarafından geliştirilen ve Hall teknik olarak adlandırılan yöntemde ise, süt molarlar çürük uzaklaştırılmadan prefabrik metal kronlarla restore edilmiş ve bu dişlerde çürüğün ilerlemesinin yavaşladığı veya durduğu, başarı oranlarının ise çürüğün tamamen uzaklaştırılıp restore edilmesine oranla daha fazla olduğu belirtilmiştir.¹⁰²⁻¹⁰⁵ Ayrıca bir çalışmada, Hall teknik uygulanan çocukların konvansiyonel yöntemler uygulanmasına göre tedavi sırasında daha iyi kooperasyon gösterdikleri belirtilmiştir.¹⁰⁶ Fissür örtücülerle kapatılan derin çürük lezyonlarında, pulpitis semptomları ve vitalite kayıplarının gözlenmediği bildirilmiştir ancak; bu yöntemle ve Hall teknikle ilgili uzun takibi yapılan daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.⁹¹



2. Tek Aşamalı Parsiyel (Ultrakonservatif) Çürük Uzaklaştırılması

Pulpanın vitalitesini korumak amacıyla çürüğün bir kısmının kavitede bırakılmasının uygun olabileceği fikrinin, ilk kez 1859 yılında John Tomes tarafından ortaya atıldığı bildirilmiştir.⁴ Fissür örtücü uygulamaları ile ilgili yapılan bazı çalışmaların ışığında, karyojenik bakterilerle substrat ilişkisi kesilirse mikroorganizmaların elimine edilebileceği ve çürüğün ilerlemesinin durdurulabileceği fikri ortaya atılmıştır.^{2,105,107} Aşamalı çürük tedavisinden farklı olarak bu yöntemde; enfekte, yumuşak çürük parsiyel olarak uzaklaştırıldıktan sonra diş daimi olarak restore edilmekte ve ikinci kez açılmaktadır. Çürüğün ultrakonservatif olarak uzaklaştırılması fikri ise; ilk kez Mertz-Fairhurst ve ark.'nın² 10 yıllık takibini yaptığı, kariyostatik olarak örtülmüş ultrakonservatif restorasyonlarla ilgili yayını ile dikkat çekmiştir. Bu çalışmada; kompozit restorasyonlu dişlerin %8'inde, fissür örtücü uygulanmış amalgam restorasyonlu dişlerin %9'unda ve fissür örtücü uygulanmamış amalgam restorasyonlu dişlerin %29'unda kavite kenarlarında açıklık gözlenirken dişlerin büyük çoğunluğunda çürüğün ilerlemediği ve herhangi bir pulpal semptom gelişmediği gözlenmiştir.² Yetişkin ve çocuk hastalarda yapılan dokuz yıllık başka bir takip çalışmasında fissür örtücü uygulanmış kompozit restorasyonlu dişlerin %16'sında, fissür örtücü uygulanmamış amalgam restorasyonlu dişlerin %17.4'ünde ve fissür örtücü uygulanmış amalgam restorasyonlu dişlerin ise %2.5'inde başarısızlık gözlenmiştir.¹⁰⁸ Tek aşamalı parsiyel çürük uzaklaştırılması uygulanan dişlerde, 3-6 aylık kontrollerde radyo-opasitede artış gözlenmiş ve bu yöntemle remineralizasyon, mikroorganizma sayısında azalma, pulpa-dentin kompleksinde iyileşme ve reperatif dentin yapımının geliştiği öne sürülmüştür.^{109,110}

Son dönemde el aletleriyle çürüğün tamamının uzaklaştırılmaya çalışıldığı atravmatik restoratif tedavi (ART) yöntemi ile bu yöntemin modifiye edildiği (ARTm) bir tekniğin de parsiyel çürük uzaklaştırılması amacıyla kullanıldığı bildirilmiştir.^{111,112} ARTm'nin ART'den farkı, mine yüzeyinde çürük dokuya ulaşmayı kolaylaştırmak amacıyla frezler kullanılması ve sadece enfekte dentinin el aletleriyle uzaklaştırılmasıdır.¹¹¹ ART, frezle tek aşamalı parsiyel çürük uzaklaştırılması ve konvansiyonel yöntemle karşılaştırıldığında; 3 hafta içerisinde mikroorganizma sayısında en çok azalma ART'de gözlenmiş ve buna sebep olarak frez kullanılı-

duğunda mikroorganizmaların derin dokulara taşınmış olabileceği gösterilmiştir.¹¹² Benzer şekilde konvansiyonel tekniikle, tek aşamalı parsiyel çürük uzaklaştırılmasının karşılaştırıldığı bir başka çalışmada da; 6-7 ay sonunda çürüğün parsiyel olarak uzaklaştırıldığı kaviteelerde daha az mikroorganizmaya rastlanmıştır.¹¹³ Bir çalışmada ise; Caridex ile kombine kullanılan ART ile konvansiyonel yöntemin başarısında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.¹¹⁴ ART ve ARTm teknikleri ile kavite preperasyonu sırasındaki gürültü, vibrasyon ve ağrı gibi dezavantajların ortadan kaldırılması; çocuk, yaşlı ve engelli hastalarda çürük tedavisinin daha kısa sürede ve daha kabul edilebilir, konforlu koşullarda başarıyla uygulanabilmesini de sağlamaktadır.¹¹⁵⁻¹¹⁸ Bu nedenlerle tek aşamalı parsiyel çürük uzaklaştırılması yöntemi, özellikle de ARTm, ile ilgili daha fazla klinik çalışma yapılarak ideal bir çürük tedavi tekniği geliştirilmelidir.

3. Aşamalı Çürük Tedavisi (Stepwise Excavation Technique)

Aşamalı çürük tedavisinin ilk kez 1938'de Bodecker tarafından ortaya atıldığı bildirilmiştir.¹¹⁹ Aşamalı çürük tedavisi uygulanacağında; ilk seansta kavitenin periferindeki çürük tamamen temizlenir. Pulpa etrafındaki yumuşak, nemli, soluk renkli, yüksek oranda enfekte çürük bırakılır. Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda kaldırılacak çürük miktarının ne olacağı ve pulpa etrafında ne kadar çürük doku bırakılacağı konusunda ortak bir kararın olmadığı bildirilmiştir.¹²⁰ Enfekte çürük parsiyel olarak uzaklaştırıldıktan sonra kavitenin sadece restoratif materyalle kapatılması kavitedeki mikroorganizma sayısını büyük oranda azaltmaktadır ancak; aşamalı çürük tedavisinin başarılı olabilmesi için; kavitenin hazırlanması sırasında pulpada mikro-perforasyon gelişmiş olabileceği düşünülerek Ca(OH)₂ gibi biyouyumlu kuafaj materyallerinden birinin uzaklaştırılmayan çürük doku üzerine liner olarak uygulanması önerilmektedir.¹²¹ Yapılan çalışmalarda aktif çürüğün inaktif forma geçmesinde kullanılan liner materyalinin türünün çok da önemli olmadığı gözlenmiştir.^{120,122,123} Kavite içerisinde bırakılan çürük dokuya liner materyali uygulandıktan sonra diş geçici olarak restore edilir. Bakterilerin ağız yoluyla alınan substratlarla temasını engelleyecek şekilde kavitenin kapatılması, pulpa-dentin kompleksinin kendini korumaya yönelik reaksiyonları için zaman kazanılmasını sağlar.⁹¹ Flor içeriği ile remineralizasyona katkısından ve dişe kimyasal olarak



bağlanabilme özelliğinden dolayı geçici restorasyon amacıyla cam iyonomer simanlar tercih edilir. Estetik ve mekanik özelliklerinin daha üstün olması nedeniyle geçici restorasyon olarak rezin modifiye cam iyonomer simanların kullanımı daha uygundur. Diş geçici olarak restore edildikten sonra radyografik ve klinik olarak takibe alınır. En çok tercih edilen bekleme süresi 3-6 ay olsa da 1-12 ay sonra ikinci seansta kavitenin yeniden açılacağı de bildirilmiştir.¹²⁰ Aşamalı çürük tedavisi ile ilgili çalışmalarda 3-12 ay sonra ikinci seansta kavite tekrar açıldığında; çürük dentinin renginin açık kahverengiden koyu kahverengiye değişmiş, kıvamının nemli yumuşaktan kuru serte dönüşmüş olduğu gözlenmiştir.¹²²⁻¹²⁵ S. mutans ve laktobasil sayısının ise belirgin şekilde düştüğü hatta sıfırlandığı gözlenmiştir. 14-40 aylık takiplerde radyografilerde değişiklik olmamış veya radyolusenside azalma ile tamir dentini yapımı gözlenmiştir.^{4,120,126,127}

Aşamalı çürük tedavisinde en önemli başarısızlık nedeninin pulpitis veya abse formasyonu sonucu endodontik tedavi gereksinimi olması veya çekim endikasyonu konması olduğu bildirilmiştir.¹²⁸ Takip sürecinde pulpal semptomlar gelişmemiş veya tedavi öncesinde mevcut olan hiperemi bulguları sona ermiş ise diş ikinci seansın sonunda daimi olarak restore edilir. İkinci seansta kavite açıldıktan sonra hala mevcut yumuşak, enfekte dentin varsa bu seansta kaldırılır. Aşamalı çürük tedavisi sırasında ikinci seansta pulpa perforasyonu riski azalsa da eğer perforasyon gerçekleşirse direkt pulpa kuafajının uygulanabileceği belirtilmiştir.¹²¹

Aşamalı çürük tedavisinin başarısının değerlendirildiği 17 yıllık bir takip çalışmasında ilk 6 ayda tedavi başarısı %90, 40 ay sonunda %75 olarak gözlenmiştir. 10 yıllık süreçte tatmin edici marjinal uyum gözlenmiş, ağrı, hassasiyet ve periapikal radyolusensi gözlenmemiştir.¹²⁹ 17 yıllık takip sonucunda pulpanın vitalitesinin korunduğu bildirilmiştir. Bir başka çalışmada aşamalı çürük tedavisi yapılan dişlerde başarılı tedavi oranı %74.1, çürüğün tamamen uzaklaştırıldığı dişlerde de %62.4 olarak tespit edilmiştir.¹³⁰ Başarısızlık sebepleri, pulpanın vitalitesinin korunamaması ve periapikal lezyon gelişmesi olmuştur.

Pulpanın vitalitesinin korunamaması ve periapikal patoloji gelişimi dışında restorasyonlarda fraktür veya kayıpların gözlenmesi, uygun olmayan morfoloji ve sekonder çürük gelişmesi de aşamalı çürük teda-

visinin başarısızlık sebepleri arasındadır.¹³¹ Çok yüzlü restorasyonlu dişlerde tek yüzlü olanlara oranla başarısızlık riski artmaktadır.¹²⁸ Özellikle dört yaş altı çocuklarda nem kontrolünü sağlamanın daha zor olması ve hasta kooperasyonunun yetişkin hastalara göre daha az olması nedeniyle iyi bir restorasyon yapılmasındaki zorluk, süt dişlerinde daimi dişlere oranla daha fazla başarısızlık gözlenmesine sebep olmuştur.¹⁵ Pulpa perforasyonu riski ile ilgili çalışmalarda; çürüğün tamamen uzaklaştırılması sırasında perforasyon riski % 34.7, aşamalı çürük tedavisinde ise %15.4 olarak bildirilmiştir.¹³² Aşamalı çürük tedavisinin birinci ve ikinci seansı değerlendirildiğinde ise pulpanın perforasyon riskinin ilk seansta %98 oranında, ikinci seansta %65 oranında azaldığı bildirilmiştir.⁹³ İkinci seansta pulpanın perforasyon riskinin ilk seansa oranla daha yüksek olması üzerine parsiyel çürük uzaklaştırma sonrası kavitenin tekrar açılmasına gerek olup olmadığı tartışma konusu olmuştur.¹³³ Perforasyon riski tek aşamada azalsa da kavitede bırakılan çürük dokunun restorasyonun kırılma dayanıklılığını ve ömrünü de azaltması iki nedenle olabilir: 1- Adeziv sistemlerin enfekte çürüğe bağlanma kuvvetinin sağlıklı dokuya oranla daha az olması, 2- Çürük dentinin sağlıklı dokudan daha yumuşak olması ve elastisite modülünün sağlıklı diş dokusuna oranla daha az olması.¹³¹ Bazı araştırmacılar hazırlanan kavitede çürük dentinin etrafında sağlıklı dentin mevcut olduğu sürece; adeziv sistemlerin enfekte dentine bağlanma kuvvetlerindeki azalmanın önemli olmayacağını ve tek seansta daimi restorasyonun uygulanabileceğini belirtmiştir.¹³⁴⁻¹³⁹ Yine de aşamalı çürük tedavisi ile çürük dokunun kalan kısmının da uzaklaştırılmasının final restorasyonunun kuvvetlere karşı direncini ve ömrünü artıracığı bildirilmiştir.¹²⁸

Tek aşamalı parsiyel çürük uzaklaştırılması ile aşamalı çürük tedavisinin karşılaştırıldığı 18-30 aylık ve üç yıllık takip çalışmalarında parsiyel uzaklaştırma sonrası daimi restorasyonun yapıldığı vakaların %91-%99'unda başarı, aşamalı çürük tedavisi yapılan vakaların da %69-%86'sında başarı gözlenmiştir ve tekrar açmanın gerekli olmayacağı sonucuna varılmıştır.¹⁴⁰⁻¹⁴² Bu konuyla ilgili yeterli kanıt olmasa da ilk seansta daimi olarak restore edilen dişlerde post-operatif hassasiyetin de azaldığı ve pulpal semptomların gelişmediği bildirilmiştir.⁹³

SONUÇ

Çürük mekanizmasının, pulpa-dentin kompleksinin çürüğe karşı yanıt mekanizmalarının, çürük lezyonuna ait mikroflora özelliklerinin daha iyi anlaşılması, restoratif materyaller ve uygulama yöntemlerindeki gelişmelerle konvansiyonel ve daha radikal uygulamaların yerini daha minimal, koruyucu ve konservatif yaklaşımlar almıştır. Pulpasız dişlerde pek çok komplikasyon gelişme riskinden dolayı geleneksel yöntemin aksine günümüzde pulpanın mümkün olduğunca vital olarak korunması amaçlanmaktadır.

Konuyla ilgili olarak geleneksel nokta klasik bilgilerimize uymamaktadır. Şöyle ki; yapılan çalışmalarla kavitenin dezenfeksiyonunun gerekli olmadığı, doku sıvılarındaki besinlerin dentin tübüleri aracılığıyla taşınıp kavite içerisinde kalan mikroorganizmaların çoğalmasını sağladığı düşüncesi kanıtlanamadığından, mikroorganizmaların tümünün ortadan kaldırılmasına ve asemptomatik dişlerde indirekt pulpa kuafajı uygulanmasına gerek olmadığı ortaya konulmuştur. İnkremental teknikte uygulanmış kompozit rezin restorasyonlar, asit uygulamaları ve adeziv sistemler polimerizasyon büzülmesi nedeniyle oluşan mikrosızıntıya karşı uzun dönemde başarıyı garanti edemezken, Mertz-Fairhurst ve ark.'nın², 1998, 10 yıllık çalışması sonucunda restorasyonun üzerinin fissür örtücülerle örtülmesi fikri önem kazanmıştır.^{143,144}

Günümüze dek yapılan çalışmalarda, geliştirilen yeni yöntemler ışığında; uzaklaştırılacak çürüğün karakteristiği, miktarı, tedavinin kaç aşamalı olacağı, remineralizasyonun gözlenebilmesi için ideal zaman aralığı, kullanılacak ideal liner materyali, restoratif materyaller gibi pek çok konuda daha ileri çalışmalar yapılarak ortak bir görüşe varılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Mount GJ, Hume WR. A new cavity classification. Aust Dent J 1998;43:153-9.
2. Mertz-Fairhurst EJ, Curtis JR JW, Ergle JW, Rueggeberg FA, Adair SM. Ultraconservative and cariostatic sealed restorations:results at year 10. JADA 1998;129:55-66.
3. Lager A, Thornqvist E, Ericson D. Cultivable bacteria in dentine after caries excavation using rose-bur or carisolv. Car Res 2003;37:206-11.
4. Padmaja M, Raghu R. An ultraconservative method for the treatment of deep carious lesions-step wise excavation. Advan Biol Res 2010;4:42-4.
5. Kirzioğlu Z, Gurbuz T, Yılmaz Y. Clinical evaluation of chemomechanical and mechanical caries removal: status of the restorations at 3, 6, 9 and 12 months. Clin Oral Invest 2007;11:69-76.
6. Jepsen S, Açıl Y, Peschel T, Kargas K, Eberhard J. Biochemical and morphological analysis of dentin following selective caries removal with a fluorescence-controlled er:yag laser. Lasers Surg. Med 2008; 40:350-7.
7. Roberson TM, Heymann HO, Switz EJ, Bayne SC, Crawford JJ, Leonard RH ve ark. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. 2006. 6 ed. (Gürkan S , Akça K, Bağış YH, Başeren M, Çakır FY, Çelik EU ve ark. Çev.) Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 2011.p.101-2
8. El-Tekeya M, El-Habashy L, Mokhles N, El-Kimary E. Effectiveness of 2 chemomechanical caries removal methods on residual bacteria in dentin of primary teeth. Pediatr Dent 2012;34:325-30.
9. Boston DW. Selective dentin caries excavator. United States Patent 2000;6,106,291. August 22, 2000.
10. Boston DW. Partial dentin caries excavator. United States Patent 2002;6,347,941 B1. Feb. 19, 2002.
11. Dammaschke T, Rodenberg TN, Schäfer E, Ott KHR. Efficiency of the polymer bur smartprep compared with conventional tungsten carbide bud bur in dentin caries excavation. Oper Dent 2006;31:256-60.
12. Ferraz C, Freire AR, Mendonça JS, Fernandes CAO, Cardona JC, Yamauti M. Effectiveness of different mechanical methods on dentin caries removal: micro-ct and digital image evaluation. Oper Dent 2015;40:263-70.
13. Celiberti P, Francescut P, Lussi A. Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. Car Res 2006;40:117-23.
14. Zakirulla M, Uloopi KS, Reddy VVS. In vivo comparison of reduction in bacterial count after caries excavation with 3 different technique. JDC 2011;78:31-5.
15. Banarjee A. Minimal intervention dentistry: part 7. Minimally invasive operative caries management: rationale and techniques. Br Dent J 2013;214:107-11.



16. Banarjee A, Kidd EAM, Watson TF. In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. *Caries Res* 2000;34:144-50.
17. Chourio MAL, Zambrano O, Gonzalez H ve Quero M. Clinical randomized controlled trial of chemomechanical caries removal (Carisolv™). *IAPD* 2006;16:161-7.
18. Hamama H ,Yiu C, Burrow M. Current update of chemomechanical caries removal methods. *Aus Dent J* 2014;59:446–56.
19. Junior ZSS, Botta SB, Ana PA, França CM, Fernandes KPS, Ferrari RAM ve ark. Effect of papain-based gel on type I collagen - spectroscopy applied for microstructural analysis. *Sci Rep* 2015; 5:11448.
20. Gürbüz T, Yılmaz Y. Süt azı dişlerinde çürük uzaklaştırma yöntemlerinin mikrosızıntı üzerine etkisi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2002;3:22-8.
21. Banarjee A, Watson TF, Kidd EAM. Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *Br Dent J* 2000;188:476-82.
22. Yip HK, Samaranyake LP. Caries removal techniques and instrumentation: a review. *Clin Oral Invest* 1998;2:148-54.
23. Beltz RE, Herrmann EC, Nordbø H. Pronase digestion of carious dentin. *Caries Res* 1999;33:468-72.
24. Neves AA, Coutinho E, De Munck J, Meerbeek BV. Caries removal effectiveness and minimal-invasiveness potential of caries-excitation techniques: A micro-CT investigation. *J Dent* 2011;39:154-62.
25. Chowdhry S, Saha S, Samadi F, Jaiswal JN, Garg A, Chowdhry P. Recent vs conventional methods of caries removal: a comparative in vivo study in pediatric patients. *IJCPD* 2015;8:6-11.
26. Banarjee A, Kidd EAM, Watson TF. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. *J Dent* 2000;28:179-86.
27. Pai VS, Nadig RR, Jagadeesh TG, Usha G, Karthik J, Sridhara KS. Chemical analysis of dentin surfaces after Carisolv treatment. *J Consev Dent* 2009; 12:118-22.
28. Hamama HH, Yiu CKY, Burrow MF, King NM. Chemical, morphological and microhardness changes of dentine after chemomechanical caries removal. *Aus Dent J* 2013;58:283–92.
29. Azrak B, Callaway A, Grundheber A, Stender E, Willershausen B. Comparison of the efficacy of chemomechanical caries removal (Carisolv) with that of conventional excavation in reducing the cariogenic flora. *IAPD* 2004;14:182-91.
30. Magalhães CS, Moreira AN, Campos WRC, Rossi FM, Castilho GAA, Ferreira RC. Effectiveness and efficiency of chemomechanical carious dentin removal. *Braz Dent J* 2006;17:63-7.
31. Hamama HHH, Yiu CKY, Burrow MF, King NM. Systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials on chemomechanical caries removal. *Oper Dent* 2015;40:E167-78.
32. Flückiger L, Waltimo T, Stich H, Lussi A. Comparison of chemomechanical caries removal using Carisolv or conventional hand excavation in deciduous teeth in vitro. *J Dent* 2005;33:87-90.
33. Maragakis GM, Hahn P, Hellwig E. Clinical evaluation of chemomechanical caries removal in primary molars and its acceptance by patients. *Caries Res* 2001;35:205-10.
34. Ansari G, Beeley JA, Reid JS, Foye RH. Caries detector dyes- an in vitro assessment of some new compounds. *J Oral Rehabil* 1999;26:453-8.
35. Yamaguchi F, Tsutsui T. Cell-transforming activity of fourteen chemical agents used in dental practice in Syrian hamster embryo cells. *J Pharmacol Sci* 2003;93:497-500.
36. Miyachi T, Tsutsui T. Ability of 13 chemical agents used in dental practice to induce sister-chromatid exchanges in Syrian hamster embryo cells. *Odontol* 2005;93:24-9.
37. Hagiwara M, Watanabe E, Barrett JC, Tsutsui T. Assessment of genotoxicity of 14 chemical agents used in dental practice: Ability to induce chromosome aberrations in Syrian hamster embryo cells. *Mutat Res* 2006;603:111-20.
38. Boston DW, Graver HT. Histological study of an acid red caries-disclosing dye. *Oper Dent* 1989;14:186-92.
39. Yip HK, Stevenson AG, Beeley JA. The specificity of caries detector-dyes in cavity preparation. *Br Dent J* 1994;176:417-21.
40. McComb D. Caries-detector dyes-How accurate and useful are they? *J Can Dent Assoc* 2000;66:195-8.
41. Maupome G, Hernández-Guerrero JC, García-Luna M, Trejo-Alvarado A, Hernández-Pérez M, Díez-de-



- Bonilla J. In vivo diagnostic assessment of dentinal caries utilizing acid red and povidone iodine dyes. *Oper Dent* 1995;20:119-22.
42. Kidd EA, Joyston-Bechal S, Beighton D. The use of a caries detector dye during cavity preparation: a microbiological assessment. *Br Dent J* 1993;174:245-8.
43. Arisu HD. Restoratif diş hekimliği ve endodontide lazer kullanımı. *GÜ Diş Hek Fak Derg* 2009;26: 125-32.
44. Verma SK, Maheshwari S, Singh RK, Chaudhari PK. Lasers in dentistry: An innovative tool in modern dental practice. *NJMS* 2012;3:124-32.
45. Walsh LJ. The current status of laser applications in dentistry. *Aust Dent J* 2003;48:146-55
46. Steiner R. New laser technology and future applications. *Med Laser Appl* 2006;21:131-40.
47. Karaaslan EŞ, Yıldırım C, Üşümez A. Restoratif tedavide lazer uygulamaları. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2012;22:340-9.
48. Hacıoğulları İ, Ulusoy N, Er F. Dentin aşırı hassasiyeti: tanı ve tedavi yöntemleri. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2015;25: 95-106.
49. Sarmadi R, Hedman E, Gabre P. Laser in caries treatment – patients' experiences and opinions. *Int J Dent Hygiene* 2014;12:67-73.
50. Mehl A, Kremers L, Salzman K, Hickel R. 3D volume-ablation rate and thermal side effects with the Er: YAG an Nd:YAG laser. *Dent Mater* 1997;13:246-51.
51. Eberhard J, Eisenbeiss AK, Braun A, Hedderich J, Jepsen S. Evaluation of selective caries removal by a fluorescence feedback-controlled er:yag laser in vitro. *Caries Res* 2005;39:496-504.
52. Jepsen S, Açil Y, Peschel T, Kargas K, Eberhard J. Biochemical and morphological analysis of dentin following selective caries removal with a fluorescence-controlled er:yag laser. *Lasers Surg Med* 2008;40:350-7.
53. Krause F, Braun A, Lotz G, Kneist S, Jepsen S, Eberhard J. Evaluation of selective caries removal in deciduous teeth by a fluorescence feedback-controlled Er:YAG laser in vivo. *Clin Oral Invest* 2008;12:209-15.
54. Ishii K, Saiki M, Hazama H, Awazu K. Development of selective laser treatment techniques using mid-infrared tunable nanosecond pulsed laser. 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS Buenos Aires, Arjantin. 31 Ağustos – 4 Eylül 2010; 1614-7.
55. Ishii K, Saiki M, Yoshikawa K, Yasuo K, Yamamoto K, Awazu K. Ablation of demineralized dentin using a mid-infrared tunable nanosecond pulsed laser at 6 µm wavelength range for selective excavation of carious dentin. 33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS Boston, Massachusetts, ABD 30 Ağustos-3 Eylül 2011; 318-21.
56. Ishii K, Kita T, Yoshikawa K, Yasuo K, Yamamoto K, Awazu K. Selective removal of carious human dentin using a nanosecond pulsed laser operating at a wavelength of 5.85 µm. *JBO* 2015; 20: 051023/1- 051023/7.
57. Kita T, Ishii K, Yoshikawa K, Yasuo K, Yamamoto K, Awazu K. In vitro study on selective removal of bovine demineralized dentin using nanosecond pulsed laser at wavelengths around 5.8 µm for realizing less invasive treatment of dental caries. *Lasers Med Sci* 2015;30:961-7.
58. Gurbuz T, Yılmaz Y, Sengul F. Performance of laser fluorescence for residual caries detection in primary teeth. *Eur J Dent* 2008;2:176-184.
59. Williams JA, Pearson GJ, Colles MJ. Antibacterial action of photoactivated disinfection {PAD} used on endodontic bacteria in planktonic suspension and in artificial and human root canals. *J Dent* 2006;34:363-71.
60. Sikri VK. Color: implications in dentistry. *J Res Dent* 2010;13:249-55.
61. Zhang X, Tu R, Yin W, Zhou X, Li X, Hu D. Micro-computerized tomography assessment of fluorescence aided caries excavation (FACE) technology: comparison with three other caries removal techniques. *Aus Dent J* 2013;58:461-7.
62. Lennon ÁM, Buchalla W, Rassner B, Becker K, Attin T. Efficiency of 4 caries excavation methods compared. *Oper Dent* 2006;31:551-5.
63. Lennon ÁM, Attin T, Martens S, Buchalla W. Fluorescence aided caries excavation (FACE), caries detector, and conventional caries excavation in primary teeth. *Pediatr Dent* 2009;31:316-9.
64. Lennon ÁM, Attin T, Buchalla W. Quantity of remaining bacteria and cavity size after excavation with face, caries detector dye and conventional excavation in vitro. *Oper Dent* 2007;32:236-41.
65. Lai G, Zhu L, Xu X, Kunzelmann KH. An in vitro comparison of fluorescence-aided caries



- excavation and conventional excavation by microhardness testing. *Clin Oral Invest* 2014; 18: 599-605.
66. Ganter P, Al-Ahmad A, Wrbas KT, Hellwig E, Altenburger MJ. The use of computer-assisted FACE for minimal-invasive caries excavation. *Clin Oral Invest* 2014; 18:745-51.
67. Dinç G. Kavite dezenfektanlarının antibakteriyel özellikleri, bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı üzerine etkileri (derleme). *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2012;6:66-75.
68. Tüzüner T, Ulusoy AT, Baygin Ö, Yahyaoglu G, Yalçın İ. Kavite dezenfeksiyonu amacı ile kullanılabilen ticari antibakteriyel jellerin mikrogerilme bağlanma dayanımı üzerine etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Dent J* 2012;15:288-96.
69. Prabhakar AR, Karuna YM, Yavagal C, Deepak BM. Cavity disinfection in minimally invasive dentistry - comparative evaluation of Aloe vera and propolis: A randomized clinical trial. *Contemp Clin Dent* 2015; 6:S24-S31.
70. Matthijs S, Adriaens PA. Chlorhexidine varnishes: a review. *J Clin Periodontol* 2002;29:1-8.
71. Özel E, Yurdagüven H, Say EC, Kocagöz S. Fosforik asit ve dezenfektan solüsyonların *Streptococcus Mutans*'a karşı antibakteriyel etkisinin saptanması. *Hacettepe Diş Hek Fak Derg* 2005;29:8-14.
72. Türkün M, Türkün ŞL, Ateş M. Antibacterial activity of cavity disinfectants. *Balk J Stom* 2004;8:214-9.
73. Türkün M, Türkün ŞL, Ergücü Z, Ateş M. Is an antibacterial adhesive system more effective than cavity disinfectants? *Am J Dent* 2006;19:166-70.
74. Arslan S, Yazıcı AR, Görücü J. Comparison of the effects of Er, Cr: YSGG laser and different cavity disinfection agents on microleakage of current adhesives. *Lasers Med Sci* 2012;27:805-11.
75. Hardy L, Amir A. *Comprehensive Preventive Dentistry; Ozone in the prevention of dental diseases*. 1 ed. Wiley- Blackwell, Iowa, ABD; West Sussex: 2012. P.180-95.
76. Nagayoshi M, Fukuizumi T, Kitamura C, Yano J, Terashita M, Nishihara T. Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiol Immun.* 2004;19:240-6
77. Baysan A, Whiley RA, Lynch E. Antimicrobial effect of a novel ozone-generating device on microorganisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Res* 2000;34:498-501.
78. Knight GM, McIntyre JM, Craig GG, Mulyani, Zilm PS. The inability of *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus acidophilus* to form a biofilm in vitro on dentine pretreated with ozone. *Aust Dent J* 2008;53:349-53.
79. Polydorou O, Pelz K, Hahn P. Antibacterials effect on an ozone device and its comparison with two dentin bonding systems. *Eur J Oral Sci* 2006;114:349-53.
80. Johansson E, Claesson R, van Dijken JW. Antibacterial effect of ozone on cariogenic bacterial species. *J Dent* 2009;37:449-53.
81. Parker S. Low-level laser use in dentistry. *Br Dent J* 2007;202:131-8.
82. Siquiera Jr JF, Roças IN. Optimising single-visit disinfection with supplementary approaches: A request for predictability. *Aust Endod J* 2011;37:92-8.
83. Burns T, Wilson M, Pearson GJ. Sensitisation of cariogenic bacteria to killing by light from a helium-neon laser. *JMM* 1993;38:401-5.
84. Wilson M, Dobson J, Harvey W. Sensitization of oral bacteria to killing by low-power laser radiation. *Curr Microbiol* 1992;25:77-81.
85. Bergmans L, Moisiadis P, Huybrechts B, Van Meerbeek B, Quirynen M, Lambrechts P. Effect of photo-activated disinfection on endodontic pathogens ex vivo. *Int Endod J* 2008;41:227-39.
86. Bonsor S, Nichol R, Reid TMS, Pearson GJ. Microbiological evaluation of photo-activated disinfection in endodontics (an in vivo study). *Br Dent J* 2006;200:337-41.
87. Williams JA, Pearson GJ, Colles MJ, Wison M. The photo-activated antibacterial action of toluidine blue O in a collagen matrix and in carious dentine. *Caries Res* 2004;38:530-6.
88. Pagonis TC, Chen J, Fontana CR, Devalapally H, Ruggiero K, Song X ve ark. Nano-particle based endodontic antimicrobial photodynamic therapy. *J Endod* 2010;36:322-38.
89. Qureshi A, Soujanya E, Nandakumar, Pratapkumar, Sambashivarao. Recent advances in pulp capping materials: an overview. *JCDR* 2014;8:316-321.
90. Komabayashi T, Zhu Q. Innovative endodontic therapy for anti-inflammatory direct pulp capping of permanent teeth with a mature apex. *Oral Surg*



- Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010;109:e75-e81.
91. Ricketts D. Management of the deep carious lesion and the vital pulp dentine complex. *Br Dent J* 2001;191:606-10.
92. Miyashita H, Worthington HV, Qualtrough A, Plasschaert A. Pulp management for caries in adults: maintaining pulp vitality (review). *CDSR* 2012;4:1-21.
93. Ricketts D, Kidd E, Innes NPT, Clarkson JE. Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth (review). *CDSR* 2008;4:1-16.
94. Hülsmann M, Schafer E. Endodontide problemler etiyojoloji, tanı ve tedavi. 2007 1 ed.(Şen BH Çev.) Quintessence Yayıncılık Tanıtım Paz. ve Dış. Tic. Ltd. Şti., Ümraniye, İstanbul. 2014. p. 341,342.
95. Yıkılğan İ, Bala O. Endodontik tedavi görmüş dişlerin konservatif restorasyonları. *GÜ Dış Hek Fak Derg* 2013;30:44-8.
96. Handelman SL, Buonocore MG, Heseck DJ. A preliminary report on the effect of fissure sealant on bacteria in dental caries. *J Prosthet Dent* 1972;27:390-2.
97. Handelman SL, Wasburn F, Wopperer P. Two-year report of sealant effect on bacteria in dental caries. *JADA* 1976;93:967-70.
98. Going RE, Loesche WJ, Grainger DA, Syed SA. The viability of microorganisms in carious lesions five years after covering with a fissure sealant *JADA* 1978;97:455-62.
99. Borges BCD, Campos GBP, Silveira ADS, Lima KC, Pinherio IVA. Efficacy of a pit and fissure sealant in arresting dentin non-cavitated caries: a 1-year follow-up, randomized, single-blind, controlled clinical trial. *Am J Dent* 2010;23:311-6.
100. Borges BCD, Borges JS, Braz R, Montes MAJR, Pinherio IVA. Arrest of non-cavitated dentinal occlusal caries by sealing pits and fissures: a 36-month, randomised controlled clinical trial. *IDJ* 2012;62:251-5.
101. Hesse D, Bonifacio CC, Mendes FM, Braga MM, Imparato JCP, Raggio DP. Sealing versus partial caries removal in primary molars: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health* 2014; 14: 58.
102. Innes NPT, Evans DJP. Modern approaches to caries management of the primary dentition. *Br Dent J* 2013;214:559-566.
103. Innes NPT, Evans DJP, Stirrups DR. The Hall Technique; a randomized controlled clinical trial of a novel method of managing carious primary molars in general dental practice: acceptability of the technique and outcomes at 23 months. *BMC Oral Health* 2007;7:1-21.
104. Innes NPT, Evans DJP, Stirrups DR. Sealing caries in primary molars: randomized control trial, 5 year results. *J Dent Res* 2011;90:1405-10.
105. Frencken JE, Peters MC, Manton DJ, Leal SC, Gordan VV, Eden E. Minimal Intervention Dentistry (MID) for managing dental caries- a review. *Int Dent J* 2012;62:223-43.
106. Santamaria RM, Innes NPT, Machiulskiene V, Evans DJP, Alkılız M, Splieth CH. Acceptability of different caries management methods for primary molars in a RC. *IAPD* 2015;25: 9-17.
107. Handelman SL, Leverett DH, Espeland M, Curzon J. Retention of sealants over carious and sound tooth surfaces. *Community Dent Oral Epidemiol* 1987;15:1-5.
108. Mertz-Fairhurst EJ, Adair SM, Sams DR, Curtis JR JW, Ergle JW, Hawkins KI Mackert JR Jr ve ark. Cariostatic and ultraconservative sealed restorations: nine-year results among children and adults. *ASDC J Dent Child* 1995;62:97-107.
109. Ribeiro CCC, Lula ECO, Costa RCN, Nunes AMM. Rationale for the partial removal of carious tissue in primary teeth. *Pediatr Dent* 2012;34:39-41.
110. Leda L, Azevedo TD, Pimentel PA, de Toledo OA, Bezerra AC. Dentin optical density in molars subjected to partial carious dentin removal. *J Clin Pediatr Dent* 2015;5:452-7.
111. Massara MLA, Bönecker M. Modified ART: Why not?. *Braz Oral Res* 2012;26:187-9.
112. Singhal DP, Acharya S, Thakur AS. Microbiological analysis after complete or partial removal of carious dentin using two different techniques in primary teeth: A randomized clinical trial. *Dent Res J (Isfahan)* 2016;13:30-7.
113. Maltz M, Henz SL, Oliveira EF, Jardim JJ. Conventional caries removal and sealed caries in permanent teeth: A microbiological evaluation. *J Dent* 2012;40:776-82.
114. Mandari GJ, Truin GJ, van't Hof MA, Frencken JE. Effectiveness of three minimal intervention



- approaches for managing dental caries: survival of restorations after 2 years. *Caries Res* 2001;35:90-4.
115. Molina GF, Faulks D, Frencken J. Acceptability, feasibility and perceived satisfaction of the use of the atraumatic restorative treatment approach for people with disability. *Braz Oral Res* 2015;29:1-9.
116. Arrow P, Klobas E. Minimum intervention dentistry approach to managing early childhood caries: a randomized control trial. *Community Dent Oral Epidemiol* 2015;43:511-20.
117. Mata C, Allen PF, McKenna G, Cronin M, O'Mahony D, Woods N. Two year survival of ART restorations placed in elderly patient: A randomised controlled clinical trial. *J Dent* 2015;43:405-11.
118. Mata C, Cronin M, O'Mahony D, McKenna G, Woods N, Allen PF. Subjective impact of minimally invasive dentistry in the oral health of older patients. *Clin Oral Invest* 2015; 19:681-7.
119. Banava S, Safaie Yazdi M, Safaie Yazdi M. A 30-month follow-up stepwise excavation without re-entry with three different biomaterials: a case report. *JIDA* 2013;25:204-9.
120. Hayashi M, Fujitani M, Yamaki C, Momoi Y. Ways of enhancing pulp preservation by stepwise excavation- a systematic review. *J Dent* 2011;39:95-107.
121. Monari V, Lima Arsati YBO, Rodrigues JA. Avoiding pulp exposure in deep caries lesions: stepwise excavation technique. *Rev Gaúcha Odontol* 2011;59:633-8
122. Pinto AS, de Araújo FB, Franzon R, Figueiredo MC, Henz S, García-Godoy F ve ark. Clinical and microbiological effect of calcium hydroxide protection in indirect pulp capping in primary teeth. *Am J Dent* 2006;19:382-6.
123. Riberio CC, Baratieri LN, Perdigão J, Baratieri NM, Ritter AV. A clinical, radiographic, and scanning electron microscopic evaluation of adhesive restorations on carious dentin in primary teeth. *QI* 1999;30:591-9.
124. Lula ECO, Monteiro-Neto V, Alves CMC, Ribeiro CCC. Microbiological Analysis after complete od partial removal of carious dentin in primary teeth: a randomized clinical trial. *Caries Res* 2009;43:354-8.
125. Thompson V, Craig RG, Curro FA, Green WS, Ship JA. Treatment of deep carious lesions by complete excavation or partial removal: A critical review. *JADA* 2008;139:705-12.
126. Maltz M, Oliviera EF, Fontanella V, Carminatti G. Deep caries lesions after incomplete dentine caries removal: 40-month follow-up study. *Caries Res* 2007;41:493-6.
127. Oliviera EF, Carminatti G, Fontanella V, Maltz M. The monitoring of deep caries lesions after incomplete dentine caries removal: reults after 14-18 months. *Clin Oral Invest* 2006;10:134-9.
128. Schwendicke F, Meyer- Lueckel H, Dörfer C, Paris S. Failure of incompletely excavated teeth- a systematic review. *J Dent* 2013;41:569-80.
129. Lima FF, Pascotto RC, Benetti AR. Stepwise excavation in a permanent molar: 17-year follow up. *Oper Dent* 2010;35:482-6.
130. Bjorndal L, Reit C, Bruun G, Markvart M, Kjældgaard M, Nasman P. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. Direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *Eur J Oral Sci* 2010;118:290-7.
131. Hevinga MA, Opdam NJ, Frencken JE, Truin GJ, Huysmans MCDNJM. Does incomplete caries removal reduce strength of restored teeth? *J Dent Res* 2010;89:1270-5.
132. Ricketts D, Lamont T, Innes NPT, Kidd E, Clarkson JE. Operative caries management in adults and children (Review). *CDSR* 2013;3:1-52.
133. Bjorndal L, Thylstrup A. A practise-based study on stepwise excavation of deep carious lesions in permanent teeth: A 1-year follow-up study. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998;26:122-8.
134. Doi J, Itota T, Torii Y, Nakabo S, Yoshiyama M. Micro-tensile bond strength of self-etching primer adhesive systems to human coronal carious dentin. *J Oral Rehabil* 2004;31:1023-8.
135. Doi J, Itota T, Yoshiyama M, Tay FR, Pashley DH. Bonding to root caries by a self-etching adhesive system containing MDPB. *Am J Dent* 2004;17:89-93.
136. Kimochi T, Yoshiyama M, Urayama A. Adhesion of a new commercial self-etching/ self-priming bonding resin to human caries-infected dentin. *Dent Mater J* 1999;18:437-43.



137. Yoshiyama M, Tay FR, Doi J, Nishitani Y, Yamada T, Itou K ve ark. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. J Dent Res 2002;81:556-60.
138. Yoshiyama M, Tay FR, Torii Y, Nishitani Y, Doi J, Itou K ve ark. Resin adhesion to carious dentin. Am J Dent 2003;16:47-52.
139. Yoshiyama M, Doi J, Nishitani Y, Itota T, Tay FR, Carvalho RM ve ark. Bonding ability of adhesive resins to caries-affected and caries-infected dentin. J Appl Oral Sci 2004;12:171-176.
140. Maltz M, Moura MS, Jardim JJ, Marques C, de Paula LM, Mestrinho HD. Partial Caries Removal in Deep Lesions: 19-30 months follow-up study. Rev Fac Odontol 2010;51:20-3.
141. Maltz M, Garcia R, Jardim JJ, de Paula LM, Yamaguti PM, Moura MS ve ark. Randomized trial of partial vs. Stepwise caries removal: 3-year follow-up. J Dent Res 2012;91:1026-31.
142. Maltz M, Jardim JJ, Mestrinho HD, Yamaguti PM, Podestá K, Moura MS ve ark. Partial removal of carious dentine: a multicenter randomized controlled trial and 18-month follow-up results. Caries Res 2013;47:103-9.
143. Fusayama T. Indications for self-cured and light-cured adhesive composite resins. J Prosthet Dent 1992;67:46-51.
144. Kanca J3, Suh BI. Pulse activation: reducing resin-based composite contraction stresses at the enamel cavosurface margins. Am J Dent 1999;12:107-12.

Yazışma Adresi

Dt. İzgen Hacıoğulları:
Yakın Doğu Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Lefkoşa-K.K.T.C., tel:
05428720987/05338315945, faks:
03926802025,
e-posta: izgen96h@gmail.com,
izgen.haciogullari@neu.edu.tr

