

RESTORATİF DİŞHEKİMLİĞİNDE MİKROSIZINTI

Dr. Dt. Ceyhan ALTUN (*)

Gülhane Tıp Dergisi 46 (3) : 264 - 269 (2004)

ÖZET

Restorasyonların başarısızlığında en önemli faktör marjinal sızıntıdır. Yavaş olarak gelişen bu durum sonucunda başarısız restorasyonlar gerçekleşir. Maalesef mikrosızıntı kompozit restorasyonlarla ilgili özellikle, Class II servikal marjinlerde hala en çok karşılaştığımız problemlerdir. Bu problemlerin, özellikle mine-sement sınırının altında gerçekleştiği invivo çalışmalarla gösterilmektedir. Bu mikrosızıntı, servikal bölgelerdeki yüksek ikincil çürük oranına ve klinik olarak pek çok başarısız restorasyonlara neden olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mikrosızıntı, Çürük, Servikal, Kompozit.

SUMMARY

Microleakage in Restorative Dentistry

The major causative factor of failed restoration is a result of marginal leakage. This slow process produces a progressive undermining ultimately leading to a failed restoration. Unfortunately, microleakage is still one of the most frequent problem associated with composite restorations, especially in the Class II cervical margin. This problem has been largely demonstrated in vitro, mainly below the cemento-enamel junction (CEJ). This microleakage contributes to the high incidence of secondary caries in cervical region and accounts for many clinically failed restorations.

Key Words: Microleakage, Caries, Cervical, Composite.

GENEL BİLGİLER

Dışhekimliğinde kullanılan restoratif materyaller ile kavite duvarı arasında meydana gelen mikroaralıklardan bakteri, oral sıvılar, molekül ve iyonlar ile havanın geçişi gerçekleşmektedir. Bu durum, mikrosızıntı şeklinde adlandırılmaktadır. Tüm restoratif materyaller, özellikle kompozitler yerleştirildikten sonraki kısa dönemde büzüşme göstermekte ve diş yapıları ile

aralarında boşluklar oluşturmaktadır. Bu boşluklara da, ağız ortamındaki bakteriler sızıp, gelişebilmektedirler(1,2,3,4).

Mikrosızıntının önlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda öncelik, mine dokusuyla kompozitin bağlanması konusuna verilmiştir. Buonocore (5), 1955 yılında yapmış olduğu çalışmada, asit uygulamasının, mine yüzeyine bağlanmayı daha uygun hale getireceğini düşünmüştür. Akrilik rezinin, mineye %85'lik fosforik asit uygulamasıyla bağlanabileceğini öne sürmüştür. Bu amaçla, fosforik asit, farklı konsantrasyonlarda denenmiş ve sonuç olarak, özellikle çürükten etkilenmiş dokularda yeterli demineralizasyonun sağlanması için ideal fosforik asit konsantrasyonunun %32-35 olduğu görülmüştür. Kullanılan pürüzlendirme ajanlarının çoğunluğu %30-40'lık fosforik asit içerirler ve kompozitin mineye ortalama 20 Mpa'lık bir kuvvetle bağlanmasını sağlarlar(2). Bu değere yakın bağlanma kuvvetleri, klinik olarak başarılı kabul edilir. Mine dokusuna rezin bağlanması, asitle pürüzlendirmeyi takiben düşük viskoziteli bir rezinin uygulanmasını içerir. Asitle pürüzlendirme işlemi, minede ortalama 5-50 µm derinliğinde pöröz bir tabaka oluşturur. Pürüzlendirilmiş mine, düzensiz yapısıyla doldurucusuz rezinler için ideal bir bağlanma yüzeyi oluşturur. Düşük viskoziteli bir rezin uygulandığında, rezin, oluşmuş olan bu tabakanın mikroporlarından akar ve polimerize olduğunda mine ile mikromekanik bir bağlantı sağlanmış olur(1,3,6,7,8).

Son 10-15 yılda dental restoratif materyallerin pulpaya verdikleri zararlar ile ilgili görüşlerde kısmen değişimler olmuştur. Uzun yıllar boyunca silikat ve çinko fosfat siman asidinin, kompozitlerdeki artık monomerin ve dental amalgam ürünlerinin pulpaya son derece hasar verici oldukları düşünülmekteydi (9,10,11,12,13,14,16). Bu toksik bileşenler korumasız kavitelere iltihabi değişim ve nekrozun direkt nedeni olarak görülmekteydi. Son yıllarda yapılan çalışmalar, bu görüşü kabul etmemekte ve pulpa iltihabının en önemli sebebi olarak, bakteri ve bakteri ürünlerinin diş-dolgu materyali arasından sızıntısı olarak görmektedirler(9,11,14,15,16,17,18,). Yapılan bir çalışmada, sızıntının önemini vurgulanması amacı ile, direkt pulpa kuafajında kullanılan değişik materyallerin üzerleri çinko oksit öjenol ile kapatılmış ve pulpa hasarı oluşmadan iyileşme gösterilmiştir (16).

(*) GATA Dış Hek. Bil. Merk. Pedodonti ABD.

Reprint Request : Dr. Dt. Ceyhan ALTUN, GATA Dış Hekimliği Bilimleri Merkezi, Pedodonti ABD.

06018 Etilik/ANKARA

Kabul Tarihi : 28.2.2004

Mikrosızıntının nedenleri arasında kullanılan dolgu materyali ile diş dokuları arasındaki termal genleşme kat sayısı farklılığı, mine ve dentin arasındaki termal genleşme kat sayısı farklılığı, kullanılan dolgu materyalinin polimerizasyonu esnasında büzülmesi, zaman içerisinde dolgu yüzeyinin aşınması, dolgunun okluzal kuvvetler ile elastik deformasyona uğraması, dolgu yerleştirilmesi esnasında gerekli kurallara uyulmaması ve hekimin dikkatsizliği sayılabilir(9,12,14,).

Smear tabakası, döner uçlu aletlerle dentinin kesilmesi sonucu meydana gelen debriserin yüzeye çökmesiyle oluşan tabakadır. Bu tabaka, 0,5µm.'den 15 µm.'ye kadar kalınlığı değişen hidroksilapatit kristalleri, denatüre kollogen artıkları, kan, mikroorganizmalar ve tükürük içeren organik bir yapıdır. Diffüzyon bariyeri olarak görev yapan smear tabakası, ağız sıvılarının, bakterilerin, pulpaya diffüzyonuna engel olur, dentin tübüllerini tıkar, dentin geçirgenliğini % 80-85 oranında azaltır. Smear tabakası, alttaki dentine koheziv bağlarla bağlı olduğu için, mekanik olarak zor kaldırılır. Bu tabakanın varlığı; dentin ile restorasyon arasında mikrosızıntıyı artırıp, adezyonu azaltır (8,19,20,21).

Süt dişlerinde mikrosızıntı:

Günümüzde restoratif dişhekimliğinin en büyük problemlerinden birisi, restoratif materyalin mine-dentin dokusuna tam olarak bağlanamamasıdır. Bu durum, restorasyon ile diş arasında önlenemeyen mikrosızıntı ve devamında kavite duvarında renklesme, sekonder çürükler, postoperatif ağrı ve pulpa iltihabı gibi komplikasyonlar oluşturabilmektedir. Süt dişlerinin farklı histomorfolojik özelliklerinden dolayı, servikal restorasyonlarda bu başarısızlıklar, daha da artmaktadır(22,24).

Süt dişlerinde yaygın olarak kullanılan dental amalgamın marginal kenar adaptasyonundan yoksun olduğu ve mikrosızıntıyı engelleyemediği; ancak korozyon ürünlerinin birikimi ile mikrosızıntının kısmen azaldığı fakat önlenemediği belirtilmiştir(24).

Mineralize diş dokularına bağlanabilmeleri, diş dokularına benzer termal genleşme kat sayılarına sahip olmaları, doku uyumları ve fluor açığa çıkartabilmelerinin yanı sıra; fiziksel özellikler yönünden devamlı gelişmeler gösteren Cam İyonomer Simanlar (CIS), süt dişlerinde önemli kullanım alanları bulmuştur. Fakat aşınmaya karşı dirençsiz olmaları ve nem hassasiyeti sebebiyle geleneksel olanlarının kullanımları hala tartışma konusudur. Yeni tiplerdeki değişik versiyonları yapılan invitro deneylerde geçerliliklerini kanıtlamış olup, süt dentisyonunda da kullanımı tavsiye edilmektedir(23,25,26).

Çocuk ve yaşlı hastalarda sık rastlanan kole çürükleri, diğer kavite tiplerine oranla mikrosızıntıdan daha fazla etkilenmektedirler. Bu durum servikal

bölgedeki mine kalınlığının yetersizliği, bu bölgedeki mine prizmalarının sayısı ve doğrultularının farklı olması gibi, histo-morfolojik yapı farklılıkları, devamlı bir cep sıvısı akışının olması veya değişik sebeplerle gelişen nem kontaminasyonu gibi sebeplerle açıklanmaktadır(24,25,26).

Mikrosızıntıyı azaltmak, yada tamamen elimine edebilmek amacıyla kavite tekniklerinde modifikasyonlar ve mevcut materyalleri değişik yöntemlerle uygulama gibi çalışmalar yapılmış, ancak yeterli düzeyde başarılı olunamamıştır(22,25,26).

Kompozit Rezın Dolgular ve Mikrosızıntı:

Işıklı sertleşen kompozit rezınler; aktif monomerlerinden kaynaklanan toksik etkileri azaltılmış olsa da kısmen, hala, zararlı etkiler gösterdikleri savunulmaktadır(9,14). Kompozit rezınlerin bileşimindeki bazı kimyasal maddelerin, dentine diffüze olabildiği ve bunun, bakteriyel inflamasyon olmaksızın pulpal reaksiyonlara yol açabileceği belirtilse de deneysel çalışmalarda, bakteri yokluğunda pulpa hasarına neden olmadıkları gösterilmiştir(15,16,18). Sertleşme reaksiyonları esnasında gösterdikleri büzülme sebebi ile oluşan mikrosızıntının önlenmesi amacıyla, geliştirilen dentin bağlayıcı ajanlar ile başarılı sonuçlar alınmaktadır(12,19,20). Günümüzde, pulpanın korunması amacıyla altlarına yerleştirilen Ca(OH)₂'li bileşikler yerine, dentin bağlayıcı ajanların kullanılması önerilmektedir(12,16,18). Asitle dağlama ile, sertleşen tipteki kalsiyum hidroksit yapısal olarak çözülmekte ve bozulmaktadır(9,14,15).

Dişhekimliğinde estetiksel isteklerin ön plana çıkmasıyla, posterior-kompozit uygulamaları ve materyalleri geliştirilmiştir(27,28). Kompozitlerin, diş yapılarına bağlanabilme özelliğine ek olarak kombinasyonuna, aşınma ve okluzal kuvvetlere karşı koyabilmesi için, ilave maddeler eklenerek güçlendirilmeye çalışılmış ve kullanıma girmiştir. İçerisine değişik inorganik mikrodoldurucular eklenerek güçlendirilen kompozitlerin, aşınma, dayanıklılık ve sızıntı gibi özelliklerinin amalgam ile karşılaştırıldığı çalışmalarda, eşit veya üstün bulunmuştur(28). Karşılaşılan en büyük sorun, class II kavitelere, gingival-aproksimal kenardaki materyalin uyumu ve polimerizasyonu ve bunun sonucu ortaya çıkan sızıntıdır. Sorunun giderilmesi için, yığıma teknik, tabaka tabaka polimerizasyon tekniği, iki aşamalı eğimli yerleştirme tekniği ve tutucu olukların açılması gibi değişik doldurma teknikleri denenmekte ve araştırılmaktadır(29). Arka bölgede kullanılan amalgam ve kompozitlerin dişeti reaksiyonlarına yol açtığı rapor edilmiştir. Bu olay, materyal toksisitesinden çok, bölgedeki plak birikiminden kaynaklanmaktadır(18).

Kullanılan Işık Cihazları ve Mikrosızıntı:

Bir kompozit restorasyonun kullanım süreci uzunluğuna etki eden temel faktörler arasında yer alan monomer değişim derecesi, polimerizasyon için kullanılan ışığın enerji yoğunluğuna ve uygulama süresine bağlıdır(30). Fakat monomer değişim derecesinin artması ile artan polimerizasyon büzülmesi, kompozit rezinlerin hala en önemli sorunlarıdır(31). Polimerizasyon büzülmesinin en önemli sonucu; yapı içinde oluşan streslerdir. Bu stresler, kavite duvarları ile kompozit rezin arasında bağlanma sorunlarına neden olur ki bu da, mikrosızıntı ve bu nedenle gelişen önemli sorunların temelini teşkil eder(30).

Son zamanlarda, rezinin polimerizasyonu için kullanılan ışık cihazları üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Görünür ışık ile polimerize olan kompozitlerde, 450-500 nm dalga boyundaki mavi renkteki ışığı absorbe ederek polimerizasyonu başlatan initiatörler bulunmaktadır. Bu iş için, en çok kullanılan a-diketon olan kamforokinon (camphoroquinone) dur. Işığın etkisiyle kamforokinon harekete geçmekte, amin ile reaksiyona girip serbest radikaller oluşturmaktadır (32,33,34). Polimerizasyonun başarısı için uygulanan kompozit rezin içinde bulunan kamforokinon moleküllerinin tamamının ışığı yeterli güçte absorbe etmesi gereklidir. Bu başarı ise; ışık cihazının gücü, ışığın uygulanma süresi, ışık cihazı ile kompozit rezin arasındaki mesafe, kompozit rezinin rengi ve uygulama kalınlığı gibi birçok etkene bağlıdır. Geleneksel olarak kullanılan ışık cihazları için temel olarak iki önemli faktör vardır(30). İlki, ışığın gücüdür ki, daha güçlü ışık daha fazla ışığa hassas molekülün etkilenmesi demektir. İkincisi ise, ışığın uygulanma süresidir. Işığın gücü; birim alana düşen enerji miktarıyla ölçülür. Geleneksel olarak kullanılan ışık cihazları için, ışık gücünün en az 400mW/cm² (mili-watt/santimetrekare) olması istenir. Işığın uygulanma süresi ise, en fazla 2 mm kalınlığında rezinin her bir tabakası için en az 40 saniye, koyu renkli rezinlerde ise, sürenin artırılması gerektiği söylenmektedir(35,36).

Son zamanlarda ışık cihazları için geliştirilen iki yeni uygulamadan biri 1000mW/cm² ışık gücüne kadar ulaşan ışık cihazlarıdır. Geleneksel olarak kullanılan ışık cihazlarından farkı, optik taşıyıcıdan kaynaklanır. Turbo tip (36) adı verilen optik taşıyıcı birim alana düşen enerji miktarının 1000mW/cm²'ye kadar artırılması sağlanmıştır. Turbo tipin geliştirilmesi ile hedeflenen daha kısa sürede fazla polimerizasyon ile rezinin fiziksel ve biyolojik üstünlüklerini artırmasıdır.

Diğer bir ışık cihazı da, 40 saniyelik uygulama süresi içinde polimerizasyona düşük enerji yoğunluğu ile başlayıp (100mW/cm²), bir süre sonra (10 saniye) geleneksel olarak kullanılan ışık cihazlarının enerji

yoğunluğuna ulaşarak (500mW/cm²) etkili olmaktadır. Bu cihazın gelişiminden beklenen ise, sertleşme süresinin uzatılmasıyla kompozit rezin içinde oluşan streslerin azaltılmasıdır(36).

Her iki cihazda farklı çalışma prensiplerine sahip olsalar da, temel olarak daha iyi kompozit restorasyonların hazırlanabilmesi için geliştirilmişlerdir.

Dentin Bonding Ajanlar ve Mikrosızıntı;

Dentin bağlayıcı ajanların pulpa kuafajında kullanımını düşüncesi, dolgu materyalleri ve diş yüzeyi arasındaki mikrosızıntıyı engelleyerek bakteri invazyonunu önlemek ve böylece pulpa iyileşmesini sağlamak fikrinden doğmuştur(9,18). Dentinde, kavite açımı sonucunda smear tabaka oluşmakta ve bir süre sonra dentin kanalcıkları içerisinde bulunan dentin lenfi, smear tabakayı geçerek pulpal basınç ile kavite tabanına akmakta, kalan dentin yüzeyini ıslatmaktadır. Dentini ıslatan bu sıvı, ilk kullanıma giren bağlayıcı ajanların dentine adezyonunu olanaksız kılmıştır. Son dönemde kullanıma giren yeni sistem dentin bağlayıcı ajanlar esas olarak, 2-hidroksietil metakrilat (HEMA), 4-metakriloksietil trimellitit anhidrit (4-META) ve 2-metakriloksietil fenil fosfat (Fenil-P) gibi, hem hidrofilik hem de hidrofobik uçlar içeren metakrilat esterlerdir. İçerdikleri hidrofilik ve hidrofobik uçlar sayesinde dentin lenfi içine dolayısı ile dentin kanalcıkları içerisine girebilmektedirler. Ayrıca, kanalcıklar arasındaki dentin alanlarında açığa çıkan kollajen ve kısmen yıkıma uğramış hidroksiapatit kristalleri ile bağlanarak oluşturdukları mikromekanik ve kimyasal adezyon ile dentinde "Hibrit Tabaka" adı verilen bir alan oluşmaktadır(9,37). Dentin bağlayıcı ajanlar ile oluşan hibrit tabakası ile mikrosızıntının önlenmesi hedeflenirken, operasyon sonrası oluşabilecek pulpa hasarı ve duyarlılığın da önüne geçilebileceği savunulmuştur. Fakat smear tabakanın kaldırılması ile bakteri ve toksinlerinin pulpaya ulaşabilmesi kolaylaşırken açılan kanalcık ağızları nedeniyle dentin lenfi akışının hızlandığı ve duyarlılığın arttığı ileri sürülmektedir. Yine hibrit tabakasının oluşabilmesi için, intertübüler dentin dolayısı ile dentin mevcudiyeti gereklidir. Direkt pulpa kuafajı uygulamalarında bu mümkün olmayacaktır(9).

Bazı araştırmacılar, yeni geliştirilen dentin bağlayıcı ajan sistemleri ile oluşturulan hibrit tabakasından mikron veya daha düşük seviyelerde sızıntı oluştuğunu göstermişler ve buna da "nanosızıntı" adını vermişlerdir. Uygulanan dentin bağlayıcı ajanlar ile, her ne kadar üretici firmalar boşluksuz (gap-free) terimini kullansalar da, oluşan hibrit tabaka içerisinde boşluklar meydana gelebilmekte veya bu tabakanın kendisi pöröz bir yapıda oluşmaktadır. Oluşan bu boşluklar ve pöröz

yapı sızıntı için bir geçiş yolu teşkil etmektedir(37).

Amalgam ve Mikrosızıntı;

Yapılan amalgam restorasyonlarda, amalgamın sertleşme periyodu sırasında büzölmeye uğraması, diş ile dolgu arasında mikrosızıntılara neden olmakta ve yeni yapılmış bir amalgam restorasyon ile diş yapısı arasında oluşan adezyon yokluğundan dolayı; ağız içi sıvıları, iyonlar, bakteriler ve toksinler bu boşluğa infiltre olabilmektedir. Bu durum da renk değişikliği, pulpa irritasyonu, fazla hassasiyet ve sekonder çürüklere neden olmaktadır. Böylece kenar sızıntısı, diş hekimliğinin en önemli sorunu olmuştur(38).

Son yıllarda kompozit dolgular için geliştirilen bağlayıcı ajanların, amalgamla birlikte kullanılmasının kenar sızıntılarını kontrol edebileceğine ilişkin bulgular sunulmuştur(38,39). Ayrıca, asitlenmiş mineye bir bağlanma sağlayacak olan adeziv bileşenleri içeren rezin sistemin amalgamın kondensasyonundan önce kavite duvarlarına uygulanmasının, başlangıçtaki mikrosızıntıyı önemli ölçüde azaltabileceği gösterilmiştir(40).

Araştırmacılar tarafından çürüklerin azaltılmasında etkili olarak gösterilen sealantlar ise, süt ve daimi dişlerin okluzal pit ve fissürlerinde, kompozit ve amalgam restorasyonlar üzerinde ve çürük dişlerde kullanılmaktadır(41,42). Ayrıca, yeni geliştirilmiş amalgam restorasyonda asitlenmiş kenarlara sealant uygulanmasının, restorasyon ile diş arasındaki boşluğu doldurarak rekurrent çürüklerin oluşumunu önlediği ve restorasyonun ömrünü uzattığı gösterilmiştir(43).

Restorasyonların uygulanması sırasında, şekillendirme öncesi ve sonrası uygulanan yüzey düzeltme, bitirme ve cila işlemleri de, kenar sızıntılarını aza indirmekte etkili olmaktadır(44).

Kenar boşluklarını kapatmada kullanılan 'rebonding (yeniden bondingleme)' terimi ise; 1993'te Garcia-Godoy ve Malone (45) tarafından bitirilmiş restorasyonların kenarları üzerine asitleme işlemini takiben doldurucusuz bir rezin bonding ajanının uygulanması olarak belirtilmiştir.

Amalgam, ilk yerleştirildiği esnada yüksek oranda sızıntı gösterebilen, fakat zamanla korozyon ürünlerinin diş dokuları ve restorasyon arasını doldurmasıyla bu özelliği azalan bir maddedir(13,46,47,48). Dişhekimliğinde kullanımı arka bölge ile sınırlı olsa da, uzun ömürlü, yüksek dirençli, düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir olması gibi avantajlarının yanı sıra estetik olmaması, diş yapılarına bağlanamaması ve bu yüzden kavite hazırlanması esnasında duvarların paralel olması, kutu formu verilmesi ve ilave tutucu bölgeler hazırlanması ile sağlam diş yapısının kaybedilmesi gibi dezavantajları mevcuttur(22).

Amalgam dolguların altına, ilk karıştırıldığı esnada sızıntının önlenmesi gerekliliği belirtile de, ne yerleştirilmesi gerektiği halen araştırılmakta olan bir konudur. Çünkü hiçbir materyal başarılı olamamıştır. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda en iyi sonuçları, hidrofobik adeziv sistemler ve cam iyonomer siman ile cam iyonomer siman-kompozit hibrit materyaller verirken, en kötüsünü vernikler oluşturmuşlardır (13,46).

Arka grup dişlerde, fiziksel özelliklerinin mükemmel yakınlığı, ısırma, aşınma, kopma kuvvetlerine karşı gösterdikleri direnç ile dişhekimliğine, estetik olmasalar da, uzun yıllardır hizmet veren amalgam dolgular, sızıntı konusunda diğer özellikleri kadar başarılı değildir. Bununla birlikte uzun yıllar boyunca ağızda kalabilen amalgam dolgular araştırmacılar tarafından rapor edilmekte ve biz de zaman içerisinde kendimiz gözlemleyebilmekteyiz. Son dönemde, amalgam dolgu altına dentin bağlayıcı ajan uygulamaları denenmektedir. Adeziv sistemlerin amalgam dolgular altında kullanılmasıyla, marjinal sızıntının azaltılması, diş-restorasyon direncinin ve restorasyonun tutuculuğunun artırılması ve pulpa-dentin kompleksinin korunması hedeflenmiş; fakat çalışmalarda sızıntı miktarlarında azalmalar gösterile de engellemediği ve tutuculuğu arttırmadığı belirtilmiştir(49,50,51). Bununla birlikte, on yıllık posterior kompozit ve amalgam dolguların klinik değerlendirilmesinin yapıldığı bir çalışmada geri çağrılabilen hastaların hiçbirisinde restorasyonların yenilenmesine gerek görülmemiştir(52).

SONUÇ

Kavite hazırlama kuralları, restorasyon materyalleri ve teknikler her gün bir başka yeniliği gündeme getirmektedir. İdeal bir dolgu materyalinin taşınması gereken özelliklerini incelediğimizde; ana unsurların materyal toksisitesi ve diş dokularına uyumunun mükemmel olması, yani iyi bir bağlanma ile sızıntıyı tamamen önlemesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır Dolgu yapımı sonrası oluşan ikincil çürükler, kenar kırılmaları, kenar renklenmeleri, hassasiyetler, dolgunun yenilenmesini gerektiren durumlar ve pulpal hasarlardan hep sızıntı sorumlu tutulmaktadır. Güncel gelişmelerin takip edilmesi oluşmakta olan mikrosızıntının azaltılmasında önemli bir yer tutmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Jordan, R.E.: *Esthetic composite bonding techniques & materials Mosby-Year book Inc. Missouri, USA 1993 ; 174-205.*
2. Swift, E.J.: *Bonding systems for restorative materials a comprehensive review. Pediatr Dent. 1998; 20: 80-88.*

3. R. Frankerberger, N. Kramer, A.: Petschelt 'Long term effect of dentin primers on enamel bond strength and marginal adaptation' *Operative Dentistry* 2000, 25, 11, 19.
4. W.W., Barkmeier, P-D. Hammesfahr, M.A., Latta,: 'Bond strength of composite to enamel and dentine using Prime&Bond 2,1' *Operative Dentistry* 1999 24, 51-56.
5. Buonocore, M.G.: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling material to enamel surface . *J.Dent Res* 1955 ; 34: 849-853.
6. Nakabayashi, N., Pashley, D.H.: *Hybridization of dental hard tissues*. Quintessence Publishing Co, Ltd, Japan 1998 ; 37-55.
7. Kanca III, J.: Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin . *Quint Int* 1992 ; 39-41.
8. Maroli, S., Khera, S.C., Krell, K.V.: Regional variation in permeability of young dentin . *Oper Dent* 17 : 93-100, 1992.
9. Alaçam, T.: Dentin ve pulpa tedavileri. *Endodonti*, II. Baskı, Bölüm 6, 107-157, 2000.
10. Sübay, R.K.: Pulpa biyolojisindeki gelişmeler. *Türk Endodonti Derneği Konuşmaları*. 1995.
11. Cox, F. C.: Biocompatibility of dental materials in the absence of bacterial infection. *Op. Dent.* 12:146-152, 1987.
12. Çetiner, S.: Cam iyonomer simanların kenar sızıntılarının araştırılmasında kullanılan farklı iki boyanın sonuca etkileri. *A. Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*, 19:415-419, 1992.
13. Morais, P.M.R., Rodrigues, Jr., Pimenta, L.A.F.: Quantitative microleakage evaluation around amalgam restorations with different treatments on cavity walls. *Op. Dent.* 24:217-222, 1999.
14. Swift, E.J.Jr.: Pulpal effects of compozite resin restorations. *Op. Dent.* 14:20-27, 1989.
15. Cox, F.C., Suzuki, S.: Re-evaluation pulp protection: calcium hydroxide vs. cohesive hybridization. *JADA* 125:823-831, 1994.
16. Cox, F.C., Sübay, R.K., Suzuki, S., Suzuki, S.H., Ostro, E.: Biocompatibility of various dental materials: Pulp healing with a surface seal. *Int. Perio. and Rest. Dent.* 16:241-251, 1996.
17. Kitasako, Y., Inokoshi, S., Fujitani, M., Otsuki, M., Tagami, J.: Short-term reaction of exposed monkey pulp beneath adhesive resins. *Op. Dent.* 23:308-317, 1998.
18. Schmalz, G.: The Biocompatibility of non-amalgam dental filling materials. *European J. Oral Sciences* 106:696-706, 1998.
19. Kanca, III J.: One step bond strength to enamel and dentin . *Am J. Dent* 1997 ; 9: 5-8.
20. D.H., Dashley, R.M.: Carvaldho 'Dentin Permeability and dentin adhesion' *Journal of Dentistry* Vol 25 355-372 1997.
21. Erickson, R.L.: Surface interactions of dentin adhesive materials . *Oper Dent* 5 : 81-94, 1992
22. Atakul, F., Çelebi, T.,B., Gülseren,S.: Süt dişlerindeki amalgam ve kompozit dolguların mikrosızıntısının invitro olarak değerlendirilmesi *D.Ü. Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*. 1992;3:137-140.
23. Pashley, D.H.: Clinical considirations of microleakage. *J. Endod.* 1990: 16: 70-77.
24. Tarım, B., Hafez, A. A., Cox, F. C.: Pulpal response to a resin-modified glass-ionomer material on nonexposed and exposed monkey pulps. *Quint. Int.* 29:535-542, 1998.
25. Seven, N., Aydemir, H., Aladağ, H.: Cam iyonmer kaidenin farklı yerleştirilmesinin kenar sızıntısına etkisi. *Atatürk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*.1994; 4: 16-20.
26. Shortall, A.C., Baylis, R.L., Grundy, C.R.: Microleakage of composite resin/glass-ionomer sandwich restorations. *J. Dent. Res.* 1998; 67-70.
27. Çetiner, S., Sönmez, H., Balk, F.: Değişik kaide materyali uygulanan amalgam restorasyonların kenar sızıntılarının farklı iki yöntemle karşılaştırılması değerlendirilmesi. *A. Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*, 19:421-425, 1992.
28. Hickel, R., Dasch, W., Tyas, J. M., Anusavice, K.: New direct restorative materials. *Int. Dent. J.* 48:3-16, 1998.
29. Shahani, D. R., Menezes, J. M.: The effect of retention grooves on posterior compozite resin restorations: An in vitro microleakage study. *Op. Dent.* 17:156-164, 1992.
30. Feilzer, A.J., Dooren, L.H., Davidson C.L.: Influence of light intensty on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. *Eur. J. Oral Sci.*1995;103: 322.
31. Venhoven, B.A.M., De Gee A.J., Davidso, C.L.: Polymerization contraction and conversion of light curing BisGMA-based methacrylate resins. *Biomaterials* 1993; 14: 871.
32. Talip, R.: Dental composites. *Review J. Nihon Univ. Sch. Dent.* 1993; 35: 161.
33. Charbeneau G.T: *Principles and practise of operative dentistry*. Lea-Febiger, 3 ed., 1988: 267-321.
34. Sturdevent, C.M.: *The art science of operative dentistry*. Mosby Inc. St. Louis Missouri, 4. ed. 1995: 252-263.
35. Rueggeberg, F.A., Caughman, W.F.,Curtis, C.F.: Effect of light intensty and exposure duration on cure of resin composite. *Oper. Dent.* 1994; 19: 26.
36. Curtis, C.W., Rueggeberg, F.A., Lee, A.J.: Curing efficiency of turbo tip. *General Dent.* 1995; 3: 444.
37. Perdigao, J., Swift, E. J.: Analysis of dental adhesive systems using scanning electron microscopy. *Int. Dent. J.* 44:349-359, 1994.
38. Yu Xin-Yi, Wet,G.,Yu.Jun-Wu.: Experimental use of bonding agent to reduce marginal microleakage in amalgam restorations. *Quint. Int.* 1987; 18: 783.

39. Lacy, A.M., Staninec, M.A.: *The bonded amalgam restoration. Quint. Int.* 1989;20: 521.
40. Ben-Amar, A., Nordenberg, D., Liberman, R., Fischer, J., Gorfil, C.: *The control of marginal leakage in amalgam restorations using a dentine adhesive: a pilot study. Dent. Mater.* 1987; 3: 94.
41. Simonsen, R.J.: *Fissure sealents in primary molars: Retention of colored sealents with variable etch times at twelve mounts. J. Dent. Child.* 1979; 5: 22.
42. Mertz-Fairhurst, E.J., Call-Smith, K.M., Schuster, G.S., et. al.: *Clinical performance of sealed composite restorations placed over caries compared with sealed and unsealed amalgam restorations. JADA.* 1987; 115: 689.
43. Mertz-Fairhurst, E.J., Newcomer A.P.: *Interface gap at amalgam margins. Dent. Mater.* 1988;: 122.
44. Geiger, F., Reller, U., Lutz, F.: *Burnishing, finishing and polishing amalgam restorations.:a quantitative scanning electronmicroscopic study Quint., Int.,* 1989; 20: 468
45. Garcia-Godoy, F., Malone, W.F.P.: *Microleakage of posterior composite restoration after rebonding J. Dent. Rest.* 1993; 21: 52.
46. Eichmiller, F. C., Giuseppetti, A.A., Hoffman, K. M., Brajdic, D.R., Miksch, V., Lytle, J.A.D.: *Microleakage of a consolidated silver direct filling material. Op. Dent.* 24:162-171, 1999.
47. Ng, P.B., Hood, J. A.A., Purton, D.G.: *Effect of sealers and liners on marginal leakage amalgam and gallium alloy restorations. Op. Dent.* 23:229-235, 1998.
48. Solak, H., Nalçacı, A., Günyaktı, N., Tunca, Y. M., Özdemir, A.: *Amalgamın ultrasonik, pneumatik ve el aletleri kondensasyonunun mikrosızıntıya etkisi. A. Ü. Diş Hek. Derg.* 21:29-32, 1994.
49. Bona, A.D., Summitt, J.B.: *The effect of amalgam bonding on resistance form of class II amalgam restorations. Quint. Int.* 29:95-101, 1998.
50. Saiku, J.M., Germain H.A. St., Meiers, J.C.: *Microleakage of dental amalgam alloy bonding agent. Op. Dent.* 18:172-178, 1993.
51. Yu, X.Y., Wei, G., Xu, J.W.: *Experimental use of a bonding agent to reduce marginal microleakage in amalgam restorations. Quint. Int.* 18:783-787, 1987.
52. Mair, L.H.: *Ten-year clinical assessment of three posterior composites and two amalgams. Quint. Int.* 29:483-490, 1998.