

MİKROSIZINTI ARAŞTIRMA TEKNİKLERİ VE MİKROSIZINTIYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Arş. Gör. Sibel KARADAĞ

MICROLEAKAGE EVALUATION TECHNIQUES AND FACTORS EFFECTING MICROLEAKAGE

ÖZET

Dişhekimliğinde mikrosızıntı, birçok faktöre bağlı biyolojik bir fenomendir. Literatürde in vitro mikrosızıntı araştırma teknikleri ve bunların güvenilirlikleri ve geçerlilikleri ile ilgili birçok veri bulunmaktadır. Tamir dentini oluşumundaki biyolojik depozisyonu araştıran veriler, dental materyallerin klinik seçimini etkileyen faktördür. Yapılan son çalışmalar, mikrosızıntıyı önlemek için yeterli bir biyolojik tıkama sağlandığında dentin ve pulpa iyileşmesinin gerçekleştiğini göstermektedir. Bu çalışmada, dental restorasyonlardaki mikrosızıntıyı araştırmak için kullanılan teknikler ve etkileyen faktörler sunulmuştur. Bu teknikler içinde otoradyografik yöntem, elektrokimyasal yöntem, bakteriyel mikrosızıntı yöntemi, insan serumu sızıntısı yöntemi, sıvı filtrasyon tekniği, gazkromatografi yöntemi, boya sızıntı yöntemi, kimyasal işaretleyiciler, tarama elektron mikroskobu analizleri, nötron aktivasyon analizi bulunmaktadır. Etkileyen faktörler içinde ise termal siklus ve yüklenme siklusunun etkisi sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mikrosızıntı, radyoizotoplar, boya penetrasyonu, kimyasal işaretleyiciler, hava basıncı

ABSTRACT

Dentistry recognizes microleakage as a multifaceted biological phenomenon. Sensory component of microleakage is a consequence of hydrodynamic fluid movement within the dentinal tubuli complex. The literature contains conflicting data about in vitro microleakage evaluations and their usefulness and reliability. Data which evaluates the biological deposition of reparative and dentin bridges as either repair or regeneration are presented as a basis for considering the clinical selections of dental materials. Recent data demonstrate that dentin and pulp healing are ensured when a proper biological seal is provided to control and prevent microleakage. In this study, a critical review of techniques used in the assessment of microleakage in dental restorations is presented. These techniques include the use of autoradiographic technique, electrochemistry, bacterial microleakage, human serum, fluid filtration, gas chromatography, dye penetration, chemical tracers, scanning electron microscope analysis. Factors effecting the microleakage are thermal cycle and load cycle.

Keywords: Microleakage, radioisotopes, dye penetration, chemical tracers, air pressure.

Mikrosızıntı; bakterilerin, sıvıların, iyon ya da moleküllerin kavite duvarı ve buraya uygulanan restoratif materyal arasından klinik olarak tespit edilemeyen geçişleridir. Birçok dental materyal, oral sıvılardan gelen birçok bakteriye bakteri ürünlerinin dentine geçişine izin verir¹. Mikrosızıntının klinik

değerini anlamak, dentinin geçirgenlik karakterini bilmemizle ilişkilidir. Diş preparasyonu esnasında ne kadar çok dentini ekspoz edersek, mikrosızıntı ihtimali de o oranda artar.

Mikrosızıntının tespitinde birçok değişik yöntem kullanılmaktadır².

* Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları Ve Tedavisi Anabilim Dalı

Sızıntı İnceleme Yöntemleri

1-Otoradyografi Yöntemi

Sızıntı belirleme yöntemlerinden birisi de radyoaktif izotop kullanılmasıdır. İzotop kullanımı çok ufak sızıntıların tespitine olanak sağlar³. En küçük boya partikülü 120 nanometre (nm) iken, bir izotop 40 nm ebatlarındadır. En sık kullanılan izotoplar Ca45, Na22 I131, C14 dur. Sızıntısı incelenecek olan diş izotop solusyonuna birkaç saatliğine bırakılır, sonra dişlerin incelenecek kısımlarından kesit alınır ve fotoğraf filmine aktarılır. Otoradyografi yöntemi alfa veya beta partiküllü bir fotoğraf filminin enerji durumunu ışığın hareketine benzer olarak şekil değiştirebilme esasına dayanmaktadır⁴. Matloff ve ark⁵ doldurulmuş kök kanallarında radyoizotop ve metilen mavisinin oluşturduğu sızıntı değerlerini karşılaştırmışlar ve sonuçta radyoizotopların boyadan daha az sızıntı oluşturduğunu, radyoizotop konsantrasyonunun kanalın apikal kısmında çok yoğun olmasına karşın koronale doğru azaldığını ancak metilen mavisinin kök kanalı boyunca daha uzun bir mesafe katettiğini ve daha üniform bir şekilde seyrettiğini gözlemişlerdir. Ancak yapılan bir başka çalışmada⁶ izotopların boyalardan daha derine penetre olabildiği gösterilmiştir. Bu yöntemin en büyük dezavantajı, sonuçların subjektif olarak değerlendirilebilmesidir. Sıvı sintizasyon spektrometresi kullanılarak sonuçların objektif değerlendirmesinin mümkün olduğunu gösteren çalışmalar da vardır⁷. Diğer dezavantajlar ise tekniğin çok pahalı olması, kompleks olması ve ek önlemler alınmasını gerektirmesidir. Aynı zamanda, dişin sert dokularında mevcut kalsiyum ile izotop solusyonu arasında pasif

iyon alışverişi oluşacağı ve marjinal sızıntının daha az tespit edileceği bildirilmiştir. Diş ve restoratif materyallerin izotopları yapılarına çekme eğilimi sızıntıda izotop dağılımlarının yanlış değerlendirilmesine sebep olabilir^{4,7}.

2-Elektrokimyasal Yöntem

Apikal sızıntının uzun bir gözlem süresi içinde kantitatif olarak ölçülmesini sağlamak için geliştirilmiş bir tekniktir⁸. Yöntem, iki metal parçasının bir elektrolit içine daldırıldığında ve dışardaki bir güç kaynağına bağlandığında bu iki metal arasında bir elektrik akımı oluşturması esasına dayalıdır. Sinusoidal voltaj uygulandıktan sonra elektrokimyasal hücre içindeki örnekten geçen alternatif akımın ölçülmesidir. Kullanılan elektrolit fizyolojik salindir⁹. Bu devreden geçen akımdaki değişiklik bize boşluklar arasındaki boyut değişimini gösterir. Kavitenin boyutu sabit olduğundan devrede ölçülen değer, materyalin boyutsal değişimidir.

Bu teknik, aynı dişin uzun gözlem periyodunda ölçümüne ve kıyaslanmasına olanak sağlar. Hassas bir tekniktir. Diş örneğinin tahribati söz konusu olmadığından boşluklar arası boyut değişimi çok uzun bir zaman diliminde gözlemlenebilir.^{8,10}

3-Bakteriyel Mikrosızıntı Yöntemi

Bakteri penetrasyon çalışmalarının sızıntıya dair daha yakın klinik sonuçlar verdiği iddia edilmektedir çünkü bakterilerin çürükle ilişkili olduğu bilinmektedir.¹¹ Belirli bir bakteri cinsi ve işaretleyici besi yeri kullanılarak in vitro olarak kök kanal dolgusunun sızıntısını inceleyebilecek yöntemler bulunmaktadır¹². Bu yöntemde kök kanallarının doldurulmasını ve foramen apikale dışında dış

yüzeylerin kapatılmasını takiben dişler gram pozitif ve gram negatif bakteri cinslerini içeren kültürlerle konmakta ve inkubasyon döneminin sonunda besi yerinde bulunan özel işaretleyici solusyonun renk değiştirip değiştirmemesine göre oluşan apikal sızıntı değerlendirilmektedir. Tüm bakteri sızıntı çalışmalarının bilinen bir dezavantajı sonuçların kantitatif değil kalitatif olmasıdır¹³. Bakteriler tarafından invaze edilen marjinal aralıkların büyüklüğü 0.5-1.0 milimikron (Mµ) dur. Eğer aralıklar daha küçükse o zaman bu teknik kullanışlı olmaz, bu bölgelerde sadece bakteri toksinleri ve diğer ürünler bulunur. Bu yöntemin kliniğe daha yakın bir teknik olduğu düşünülebilir çünkü kullanılan bakteriler çürükle ilişkili mikroorganizmalardır¹⁴. En büyük dezavantajı, sonuçların kalitatif olmasıdır. Çalışmada kullanılacak bakteriyi seçerken laboratuvarında çalışmasının kolay olmasına, oral bölgeden izole edilebilmesine dikkat edilir. F. Nukleatum, S. Sanguis, S.Epidermidis ve kromopeptit floresan pigmenti içerdiğinden dolayı izlenmesi kolay olduğu için P.Floresans bunlardan bazılarıdır.^{11,13,14}

4- İnsan Serum Sızıntısı Yöntemi

Bu teknikte, kök kanallarının apikal üçte biri doldurulduktan ve foramen apikale dışarıda diş yüzeyleri kapatıldıktan sonra her kök kanalına radyoaktif C insan serumu albümini enjekte edilmektedir. Kron kavitelerinin kapatılmasını takiben diş köklerinin 3-4 mm.lik apikal kısımları fizyolojik insan serum albümini solusyonu içine batırılmakta, belirli sürelerin sonunda kaptaki toplanan solusyonun 5 mm si geri çekilmekte ve bir beta spektrometresinde ölçüm yapılarak oluşan sızıntı değerlendirilmektedir¹⁵.

5- Sıvı Filtrasyon Tekniği

Sızıntı çalışmalarında çok eski yıllardan beri kullanılan bir yöntemdir. Dişe, kök kanalı ve pulpa boyunca basınçlı hava uygulanıp statik sistem içinde kaybolan basıncın ölçülmesi ile sızıntının saptanması yöntemin esasını oluşturur¹⁶. Mikroskopik çalışmalarda da su içine konulan restorasyonun kenarlarından hava kabarcığının çıkması kenar uyumsuzluğunun belirtisi olarak değerlendirilmektedir. Bu tekniğin diş dokusuna herhangi bir zararlı etkisi yoktur ancak ayrıntılı cihazların gerekliliği, çalışma güclüğü, zaman alıcı olması ve klinik çalışmalar için uygun olması nedeniyle eleştirilmektedir¹¹.

6- Gaz Kromatografi Yöntemi

Kersten¹⁷, düşük molekül ağırlıklı bakteriyel metabolit olan bütirik asiti kullanarak sızıntıyı kantitatif olarak ölçen bir düzenek geliştirmiştir. Bu yöntemde polietilen modellerde standart şekilde hazırlanan yapay kanalları iki ucu açık olan özel deney tüpleri içerisine yerleştirilmektedir. Kök kanalları doldurulduktan sonra tüpün kron kısmındaki rezervuarına % 0.5'lik bütirik asit solusyonu ve % 0.'lik valerik asit solusyonu doldurulduktan sonra tüplerin her iki ucu lastik örtüyle kapatılmaktadır. Kron kısmındaki rezervuara ise sıkıştırılmış nitrojen gazı enjekte edilerek basınç uygulanmaktadır. Apikal kısımdaki rezervardan alınan solusyon örneği asit içinde çözündürülerek bir gaz kromatografi cihazında oluşan apikal sızıntının kantitatif analizi yapılmaktadır. Bu yöntem sızıntının analizi hakkında bilgi vermektedir. Elde edilen sonuçların kantitatif olması tekniğin avantajıdır.

7- *Boya Sızıntı Yöntemi:*

Organik boyaların sızıntı çalışmalarında kullanılması en eski yöntemlerden olup kolay ve ucuz olduğu için diğerlerine oranla daha çok tercih edilmektedir.¹⁸

Bu tür çalışmalarda floresan % 20, akridin turuncusu % 0.01, toluidin mavisi %0.25 eritrosin %2, kristal violet %0.05, bazik fuksin %0.5-%2, gümüş nitrat %50, anilin mavisi %2, metilen mavisi %0.2-%2 gibi çeşitli boya solusyonları ve konsantrasyonları kullanılmış olup bunlar arasında en çok tercih edilen boya solusyonu % 2 lik metilen mavisi-dir.^{19,20,21} Fosfat ilavesiyle tamponlanmayan metilen mavisinin asidik yapıda olduğu ve insan dişindeki kalsiyumu çözerek mikrosızıntı sonuçlarını yanıltacağı ifade edilmiştir. Boyaların hazırlanma yöntemi de çok önemlidir. Örneğin bazik fuksinin özellikle propil glukol alkol de çözünmesi ile elde edilen solusyon çürük dentine bağlanma özelliğine sahiptir. Böyle durumlarda dentinin boyanması hatalı yorumlanabilir.²²

Avantajları:

- ‡ Görülebilen ışık altında kesin olarak saptanabilmesi,
- ‡ Hızlı, direkt ve hatasız ölçümlere olanak tanınması,
- ‡ Suda çözünebilmesi,
- ‡ Sert dokularla reaksiyona girmemesi, dentin matriksi veya apatit kristalleri tarafından yüzeyde tutulmasıdır.^{5,11,23}

Boya sızıntı çalışmalarında örneklerin boyada kalma süresi bir günden altı aya kadar değişebilmektedir. Ancak önerilen ve genellikle uygulanan süre bir haftadır.

Boya sızıntı çalışmalarının değerlendirilmesi için değişik yöntemlerden yararlanılmaktadır:

a- Lineer (Boyutsal) Boya Sızıntısı Ölçümü:

Kök kanallarının doldurulmasından sonra dişler belli süreyle belli konsantrasyondaki boya solusyonuna bırakılır. Örnekler boyadan çıkarıldıktan sonra ya uzunlamasına ikiye ayrılır ya da kökün uzun aksına dik kesitler alınarak ölçümler yapılır^{11,23}.

b- Volumetrik Boya Sızıntısı Ölçümü:

Boya solusyonundan çıkarılan dişler nitrik asit solusyonunda çözdürülür. Asit içindeki boya konsantrasyonu bir spektrofotometre aleti ile ölçülerek sızıntının hacmi kantitatif olarak değerlendirilir²⁴. Sızıntı çalışmalarında kullanılan boyaların molekül boyutları küçüktür. Bu yüzden bazı araştırmacılar daha büyük molekül boyutu olan maddelerin (insan serum albümini, nişasta, Poly-R boyası) kullanılmasını önermişlerdir¹⁵. Burada kök kanal sisteminin tamamen kapatılması amaçlanıyor ise küçük molekülleri geçirmeyen bir kök kanal dolgusunun ideal olduğu düşünülmektedir²⁵. Son yıllarda boya sızıntı çalışmalarında kök kanalında sıkışıp kalabilen havanın boya penetrasyonu ve dolayısıyla sızıntı ölçümlerini etkileyebileceği düşüncesi yoğunluk kazanmıştır. Kron ve apikal kısımları açıkta bırakılan kök kanallarında bile boya sızıntısının tam olmadığı gözlemlenmiş ve kök kanalında sıkışıp kalan havanın tüm kanal uzunluğu boyunca boyanın ilerlemesini engelleyebileceği belirtilmiştir²⁶. Kök kanalında kanal dolgusu ile kanal duvarı arasında kalan aralığa boyanın sızmasını

kapiller kuvvetlerin yönlendirdiğini, dolayısıyla sıvı-hava ara yüzeyinde oluşan çökme basıncı ile boyanın hareketinin sağlandığı ve bu boşluklarda sıkışmış havanın varlığı ile kapiller hareketin engellenebileceğini bildiren çalışmalar vardır^{26,27,28}. Bu yüzden araştırmacılar dişlerin pasif olarak boyada bekletilmesi yerine, boya solusyonunu kanal dolgusunun defektli bölgelerine itmek ve böylece kanalda sıkışıp kalan havanın boya penetrasyonu üzerindeki kapiller etkisini en aza indirmek amacıyla vakum yönteminin uygulanmasını önermişlerdir. Boya penetrasyon çalışmaları diş örneğinin destruksiyonunu gerektirir ve daha ileri araştırmayı olanaksız kılar. Diğer düşünülmesi gereken nokta dentin permeabilitesidir. Dentin tübüllerinin çapı ve sayısı pulpaya gidildikçe artar. Pratikte, çapı dentin tübüllerinin çapından daha büyük boya partikülleri kullanmak anlamlı değildir(1-4 Mμ).

8- Kimyasal İşaretleyiciler:

Radyoaktif olmayan kimyasal ajanların sızıntı çalışmalarında kullanılabilmesi ilk kez 1953 yılında Kornfield²⁹ tarafından gösterilmiştir. Akrilik restorasyonlar çevresindeki sızıntının araştırılmasını, örneği baryum sulfat içine koyarak yapmış ve marjinal renk bozulmasının sızıntıyı gösterdiğini bildirmişdir. Bu yöntemde çoğunlukla iki renksiz bileşik kullanılarak bunların reaksiyona girmeleri ile opak bir görüntü elde edilmektedir. Her iki kimyasal ajanın da penetrasyon yeteneğine sahip olması gerekmektedir. Yalnızca birinin küçük molekülü olması ve penetrasyonu ile görüntü elde edilmesi, dolayısıyla kenar sızıntısının belirlenmesi olanaksızdır¹¹.

Sızıntı tespitinde gümüş nitrat kullanımı yaygın bir metottur. Bir bakteriyle karşılaştırıldığında gümüş iyonu çok küçüktür ve daha penetratiftir. Gümüş iyonunun sızıntısını önleyen bir teknik, bakteri sızıntısını da engeller. Bu tekniğin avantajı, objektif ölçüm sağlaması ve kantitatif veriler elde edilebilmesidir. Bu yöntemde önemli olan, sızıntı değerlendirmelerinde standartlığın sağlanmasıdır. Bu metodda kullanılan kimyasal ajanların radyoaktif olmamaları bir avantaj olarak nitelendirilirken sonuçların subjektif olarak yorumlanması tekniğin güvenilirliğini olumsuz olarak etkilemektedir². Ayrıca gümüş nitrat tekniğinde, cam iyonomer restorasyonların gümüşü yapısına aldığı ve kendilerinin boyandığı, amalgam restorasyonlarda ise gümüş iyonlarının amalgam bileşenleriyle reaksiyona girerek, marjinal boşluk boyunca yayılmadığı tespit edilmiştir².

9-Tarama Elektron Mikroskopu Analizleri:

Bu yöntemle, iki yüzey arasında oluşan bağlantıda yüzeyler arasında mevcut bulunan mesafeyi ölçmek mümkündür. Aynı zamanda restoratif materyalin özelliklerini de tanımlayabilmek söz konusudur. Diğer sızıntı çalışmalarıyla beraber uygulandığında sonuçların karşılaştırılmasında ancak kısmi bir bağlantı kurulabilmektedir. Bu yöntemin dezavantajlarından biri, kesit alınarak oluşturulan yüzeylerde kesit alma esnasında yaratılabilecek boşluklukların yanılğıya yol açmasıdır.¹¹

10-Nötron Aktivasyon Analizi:

Bu teknik; mikrosızıntının in vitro ve in vivo ölçülebilmesine olanak sağlar. Restore edilmiş dişlerin nonreaktif mangan tuzunun

aquoz solusyonuna konması esasına dayanır. Dişin dış yüzüne yapışan tuz toplanır ve tüm diş bir nukleer reaktörün çekirdeğine yerleştirilir. Nonreaktif Mn⁵⁵ in aktive olması sağlanır. Diş tarafından absorblanan manganezin ölçümü ile sonuç alınır. Bu metodun sonuçlarının kantitatif olduğu ancak bazı dezavantajlarının olduğu gösterilmiştir³⁰. Bunlar, tekniğin pahalı olması ve karmaşık olmasıdır. İşaretleyici penetrasyonunun derinliği ve yerini belirlemek için bir seri kesit almak gerekir ve bu da radyasyon tehlikesi yaratabilir. Ayrıca, diş içinde manganez bulunması, sonuçların değişmesine sebep olabilir. Bu teknik, restorasyonun hangi noktada sızdığını ya da restorasyon marjini haricinde nereden manganez absorpsiyonu olduğunu göstermez^{30,31}.

MİKROSIZINTIYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Termal Siklusun Etkisi:

Termal siklus, oral kavitede bulunan ısı değişimlerini invitro koşullarda restorasyona uygulamaktır. Marjinal kenardan olan sızıntının dental dokular ve restoratif materyal arasındaki termal ekspansiyon katsayısı farklılığından ve diş - restorasyon arasını dolduran sıvının termal ekspansiyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir³². Invitro termal siklus için kullanılan dereceler 0°- 68°C arasında değişir. Ama tam ağız içi değişimlerini vermek için 40-80 °C minimum ve 450-600 °C maksimum ısılar uygulanması tavsiye edilmiş, canlı diş dokusunun ani sıcak ve soğuk etkileri uzun süre tolere edemeyeceği bildirilmiştir. Örneklerin sıcak ve soğuk solusyonda bekletilme süreleri 10 sn - 120 sn arasında değişir. Mikrosızıntı analizinde, termosiklusun

gerekliliği kullanılan restoratif materyalin ısı geçirgenlik özelliğine, kütesine göre değişir³³. Kompozit restorasyonlar yapıldıktan sonra hemen termal siklus uygulanması, daha derin boya penetrasyonuna izin verir. Bu bulgu, kompozitin özelliğine bağlıdır. Bundan dolayı, kompozit restorasyon yapıldıktan sonra 24 saat beklemek ve sonra termal siklus uygulamak gerekir. Derece siklusunun sayısı 1-2500 arasında değişir. Resin restoratif materyaller denendiğinde siklus sayısı arttıkça sızıntının da arttığı bildirilmiştir³⁴.

Yükleme Siklusunun Etkisi

Youngson, ağız ortamında dolgular üzerinde ve diş yapıları arasındaki mikroaralıkta bulunan sıvı üzerinde asimetric basınç meydana getiren mekanik faktörleri demonstre etmek için "mekanik sızıntı" terimini ortaya atmıştır^{35,36}. Kırık dolgularda meydana gelen mekanik sızıntının daha şiddetli olduğunu öne sürmüştür. Restore edilmiş dişlerde mekanik siklusun, deformasyonun miktarını kalıcı olarak veya yalnızca diş stres altındayken arttırdığı gösterilmiştir. Yüklemeye yapılan dişlerdeki restorasyonun boyutsal stabil olmaması pek çok restoratif materyal için sızdırma ve kolay kırılır restorasyonlar için marjinal kırık riskinin şiddetli olacağını belirtir. Başka araştırmacılar, yük siklusunun marjinal aralık boyutlarında ilave bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır^{37,38}. Laboratuvar koşullarında yapılan sızıntı çalışmalarının değerlendirilmesinde, restore edilmiş dişlere hem termal hem de oklüzal streslerin uygulanmasının ağız içi şartları daha iyi taklit edebileceği öngörülmüştür. Çiğneme kuvvetleri, dentin bağlayıcı ile uygulanan restorasyonların uzun süreli dayanıklılıklarını azaltmaktadır çünkü

yük siklusu bağlanma farklılıkları meydana getirebilmektedir. Diğer taraftan kimyasal siklus, termal siklus, oklüzal yüklemeye birlikte termal siklus ve tek başına oklüzal yüklemeye arasında belirgin bir fark bulunmamıştır. Prati ve ark^{37,38} termal siklus ya da oklüzal streslerin restorasyonların mikrosızıntısını arttırmadığını bulmuşlardır.

Sonuç olarak, mikrosızıntıların belirlenmesinde kullanılan metotlardan hiçbiri ideal değildir. Kabul edilebilir derecede ve güvenilirliği olan en pratik metot, işaretleyicilerin penetrasyonudur. Daha önce de belirtildiği gibi işaretleyicilerin birtakım dezavantajları mevcut olmasına rağmen diğer metotlarla karşılaştırıldığında invitro olarak değişik restoratif materyal ve teknikler arasında etkili bir yöntem olarak görülmektedir. Radyoizotopların, işaretleyici olarak kullanılan boyalara avantajı vardır çünkü çok küçük konsantrasyonlarda bile varlıkları kolayca gözlemlenir. Bakteriyel sızıntı invivo olarak en kolay incelenebilir ancak bu tür invivo deneyler kesin sonuç vermesi açısından çok sayıda örnek ve zaman gerektirir, pahalıdır. Bu konuda çalışma yapacak araştırmacıların bahsedilen tekniklerin avantaj ve dezavantajlarını gözönüne alarak, uygun tekniği seçmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- 1- Jensen ME, Chan DJN: Polymerisation shrinkage and microleakage: International symposium on posterior composite resin dental restorative materials G. Vanharla, DC Smith, Peter Szulc, Publishing co. Netherlands, 1985: 243-62.
- 2- Tiritoglu M. Kenar sızıntısı belirleme yöntemleri. Ege Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Dergisi 1994; 15: 132-138.
- 3- Chalton DG, Moore BK. In vitro evaluation of two microleakage detection tests. J Dent 1992; 20: 55-58.
- 4- Rhome BH, Solomon EA, Rabinowitz JL. Isotopic evaluation of the sealing properties of lateral condensation, vertical condensation J Endodon 1981; 7(10): 458-61.
- 5- Matloff IR, Jensen JR, Singer L, Tabibi A. A comparison of methods used in root canal sealability studies. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982; 53(2): 203-8.
- 6- Hekimoğlu C, Anil N, Yalcin E. A microleakage study of ceramic laminate veneers by autoradiography: effect of incisal edge preparation. J Oral Rehabil 2004; 31(3): 265-9.
- 7- Tangsgoolwatana J, Cochran MA, Moore BK, Li Y. Microleakage evaluation of bonded amalgam restorations: confocal microscopy versus radioisotope. Quintessence Int 1997; 28(7): 467-77.
- 8- Ibrahim RM, Kataia M A-el-R. Electrochemical microleakage assessment of three different root canal obturation techniques. Egypt Dent J 1994; 40(3): 839-46.
- 9- Pradelle-Plasse N, Wenger F, Picard B, Colon P. Evaluation of microleakage of composite resin restorations by an electrochemical technique: the impedance methodology. Dent Mater 2004; 20(5): 425-34.
- 10- Iwami Y, Yamamoto H, Ebisu S. A new electrical method for detecting marginal leakage of in vitro resin restorations. J Dent 2000; 28(4): 241-7.
- 11- Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. J Dent 1992; 20: 3-10.
- 12- Cox CF. Evaluation and treatment of bacterial microleakage. Am J Dent 1994; 7(5):293-5.
- 13- Zivkovic S, Bojovic S, Pavlica D. Bacterial penetration of restored cavities. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2001; 91(3): 353-8.
- 14- Matharu S, Spratt DA, Pratten J, Ng YL, Mordan N, Wilson M, Gulabivala K. A new in vitro model for the study of microbial microleakage around dental restorations: a preliminary qualitative evaluation. Int Endod J. 2001 Oct;34(7):547-53.
- 15- Haikel Y, Freymann M, Fanti V, Claisse A, Poumier F, Watson M. Apical microleakage of radiolabeled lysozyme over time in three techniques of root canal obturation. J Endod 2000; 26(3): 148-52.

- 16- HM, Geynford JJ. Leakage at the margins of amalgam restorations. *Br Dent J* 1966; 119:69-77.
- 17- Kersten HW, Moorer WR: Particles and molecules in endodontic leakage. *Int Endod J* 1989; 22(3): 118-24.
- 18- Mueninghoff LA, Dunn SK, Leinfelder KF. Comparison of dye and ion microleakage tests. *Am J Dent* 1990; 3(5): 192-4.
- 19- Piva E, Meinhardt L, Demarco FF, Powers JM. Dyes for caries detection: influence on composite and compomer microleakage. *Clin Oral Investig* 2002; 6(4): 244-8.
- 20- Loguercio AD, de Oliveira Bauer JR, Reis A, Grande RH. In vitro microleakage of packable composites in Class II restorations. *Quintessence Int* 2004; 35(1): 29-34.
- 21- Williams PT, Schramke D, Stockton L. Comparison of two methods of measuring dye penetration in restoration microleakage studies. *Oper Dent* 2002; 27(6): 628-3 5.
- 22- Heim-ich R, Kunzel W. Diagnosis and treatment of carious dentine. *J Int Assoc Dent Child* 1986; 17: 5-8.
- 23- Karagoz-Kucukay I, Bayirli G. An apical leakage study in the presence and absence of the smear layer. *Int Endod J* 1994; 27(2): 87-93.
- 24- de Magalhaes CS, Serra MC, Rodrigues Junior AL. Volumetric microleakage assessment of glass-ionomer-resin composite hybrid materials. *Quintessence Int*. 1999; 30(2):1 17-21.
- 25- Al-Ghamdi A., Wennberg A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. *Endod dent Traumatol* 1994; 10:249-255.
- 26- Spangberg LS, Acierno TG, Yongbum Cha B.: Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. *J Endod* 1989;15(1 1):548-51.
- 27- Pioch T, Staehle HJ, Duschner H, Garcia-Godoy F. Nanoleakage at the composite- dentin interface: a review. *Am J Dent* 2001;14(4):252-8. Review.
- 28- Raskin A, D'Hoore W, Gonthier 5, Degrange M, Dejou J. Reliability of in vitro microleakage tests: a literature review. *J Adhes Dent* 2001;3(4):295-308.
- 29- Komfield B. Study of clinical behaviour of resins in operative dentistry. *J Dent Res*1953;32:714-715.
- 30- Douglas WH, Chen CJ, Craig RG. Neutron activation analysis of microleakage around a hydrophobic composite restorative. *J Dent Res* 1980; 59(9): 1507-10.
- 31- Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent*. 1997; 22(4):173-85.
- 32- Pazinato FB, Campos BB, Costa LC, Atta MT. Effect of the number of thermocycles on microleakage of resin composite restorations. *Pesqui Odontol Bras*. 2003;17(4):337-41.
- 33- Wendt SL, Mclimes PM, Dickinson GL. The effect og thermocycling in microleakage analysis. *Dent Mater* 1992; 8:181-184.
- 34- Crim GA, Sarartz ML, Philipps RW. Comparison of four thermocycling techniques. *J Prosthet Dent* 1985; 53:50-53.
- 35- Youngson CC, Jones JC, Manogue M, Smith IS. In vitro dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. *Int Endod J* 1998; 3 1(2): 90-9.
- 36- Youngson CC, Jones JC, Fox K, Smith IS, Wood DJ, Gale M. A fluid filtration and clearing technique to assess microleakage associated with three dentine bonding systems. *J Dent* 1999; 27(3): 223-33.
- 37- Liberman R, Ben-Amar A, Frayberg E, Abramovitz I, Metzger Z. Effect of repeated vertical loads on microleakage of IRIVI and calcium sulfate-based temporary fillings. *J Endod* 2001; 27(12): 724-9.
- 38- Mitsui FH, Bedran-de-Castro AK, Ritter AV, Cardoso PE, Pimenta LA. Influence of load cycling on marginal microleakage with two self-etching and two one-bottle dentin adhesive systems in dentin. *J Adhes Dent*. 2003; 5(3): 209-16.

YazışmaAdresi:

Dt.Sibel Karadağ

Gazi Universitesi

Diş hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları Ve Tedavisi Anabilim Dalı

Emek 82.sokak 06510-Ankara

E-Mail: s_sevimli@yahoo.com

Telefon: 0312-212 62 20/ 347

