

KOMPOZİT İNLEY, İNDİREKT PORSELEN İNLEY VE CAD/CAM İNLEY SİSTEMİ İLE RESTORE EDİLEN DİŞLERİN KENAR SIZINTILARININ İNCELENMESİ: *İN VİTRO* ÇALIŞMA *

MARGINAL LEAKAGE EVALUATION OF COMPOSITE INLAY, INDIRECT PORCELAIN INLAY AND TEETH RESTORED WITH CAD/CAM SYSTEMS: IN VITRO STUDY*

Prof. Dr. Ertuğrul ERCAN*

Dr. Damla İBRAHİMOV **

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Mustafa HAMİDİ*

Makale Kodu/Article code: 2382

Makale Gönderilme tarihi: 24.06.2015

Kabul Tarihi: 11.12.2015

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı; farklı yöntemler ve materyallerle restore edilen inley uygulamalarının kenar sızıntısı açısından *in vitro* olarak değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada; çürüksüz ve restorasyonsuz 80 adet 3.molar insan dişine sınıf II (mezio-oklüzal) inley kaviteler hazırlandı. Dişler, her grupta 20 adet olacak şekilde dört gruba ayrıldı. 1.Grup: Filtek Ultimate (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) kompozit, 2.Grup: Lava Ultimate CAD/CAM (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD), 3.Grup: IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Amherst, NY) seramik inleyler ve 4.Grup: IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Amherst, NY) inleyler hazırlandı. Bitirme ve polisaj işlemlerinden sonra tüm örnekler $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de ve $55\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 10.000 kez termal siklus uygulandı. Tüm örneklerde restorasyonun etrafındaki 1 mm'lik alan dışında kalan bölgeler iki kat tırnak cilası ile kaplandı ve 24 saat süreyle % 0,5'lik bazik fuksin solüsyonunda bekletildi. Kenar sızıntısını değerlendirmek için okluzo-gingival yönde longitudinal olarak kesildi. Boya penetrasyonu stereomikroskop altında (30x büyütmede) incelendi ve skorlandı. Sonuçlar Kruskal-Wallis, Mann-Whitney U ve Wilcoxon Signed Ranks testleri ile istatistiksel olarak değerlendirildi (Anlamlılık düzeyi $p<0,05$).

Bulgular: Oklüzal bölgede en az sızıntı e.max CAD ve Lava Ultimate gruplarında gözlemlendi. CAD/CAM yöntemi ile hazırlanan gruplar, diğer gruplara oranla oklüzal bölgede anlamlı derecede daha düşük sızıntı değerleri göstermiştir ($p=0,000$). Gingival bölgedeki sızıntı değerleri incelendiğinde, gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p=0,825$).

Sonuç: Mikrosızıntı değerleri kıyaslandığında CAD/CAM ile üretilen inley grupları özellikle oklüzal bölgede daha başarılı sonuçlar verirken, servikal bölgede gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı. Bununla beraber, *in vitro* çalışmaların *in vivo* çalışmalarla desteklenmesine ihtiyaç vardır.

Anahtar Sözcükler: CAD/CAM sistemi, direkt kompozit inley, indirekt porselen inley, mikrosızıntı.

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to evaluate the *in vitro* marginal leakage of inlays performed with different methods and materials.

Materials and Methods: In this study, class II mesio-occlusal cavities were prepared on 80 caries and restoration free human third molar teeth. The teeth were divided into four groups and 20 teeth each. 1. Group: Filtek Ultimate (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) direct composite inlays, 2.Group: Lava Ultimate CAD/CAM (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) inlays, 3.Group: IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Amherst, NY) ceramic inlays and 4.Group: IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Amherst, NY) inlays were prepared. After finishing and polishing procedures 10.000 thermal cycles between $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $55\pm 1^{\circ}\text{C}$ were applied to all specimens. All samples, except 1 mm around the restoration margin, were coated with two layers of nail varnish, and were suspended in 0.5 % basic fuchsine solution for 24 hours. To evaluate the microleakage, the teeth were cut longitudinally in occluso-gingival direction. The dye penetration was examined under a stereomicroscope (30x magnification) and scored. The results were statistically analyzed by using Kruskal-Wallis, Mann-Whitney U and Wilcoxon Signed Ranks tests (Significance level of $p<0.05$).

Results: In occlusal part, lowest microleakage values were obtained in e.max CAD and Lava groups. CAD/CAM groups showed statistically significant lower microleakage values than the other groups in occlusal part ($p=0,000$). In gingival part, there were no significant difference between the groups ($p=0,825$).

Conclusion: When microleakage values of occlusal regions were compared, CAD / CAM generated inlay groups gave better results; but in cervical regions, no significant difference was founded between the groups. However, there is a need to support the *in vitro* findings by *in vivo* studies.

Key Words: CAD/CAM system, direct composite inlay, indirect porcelain inlay, microleakage.

*K.Ü Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD

**Ankara Altındağ Karapürçek Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi

*Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir



GİRİŞ

Restoratif diş hekimliğinin amacı; çürük, travma, aşınma gibi nedenlerle kayba uğramış diş dokularının fonksiyon, fonasyon ve estetiğın yeniden sağlanmasıdır.^{1,2} Diş hekimliğindeki gelişmelerle birlikte dişlerin restorasyonunda tercih edilen materyallerde ve uygulama tekniklerinde önemli gelişmeler olmuş ve estetik bilincinde artmasıyla metal olmayan restorasyonlara ilgi artmıştır.³⁻⁵

Rezin kompozit materyaller; mükemmel estetik, güçlü mekanik/fiziksel özellikleri ve yüksek çözünme dirençlerinden dolayı günümüzde hem anterior ve posterior bölgede rutin olarak kullanılmaktadır.⁶ Ancak rezin esaslı restoratif materyallerin polimerizasyon bütülmesi ve mikrosızıntı problemlerine hala tam olarak çözüm geliştirilememiştir.^{6,7} Bu durum ilerleyen yıllarda kompozit rezin restorasyonların marjinal adaptasyonunda ciddi sorunlara neden olmaktadır.⁸ Polimerizasyon bütülmesi bağlanma yüzeylerinde stres birikmesi, kavite-restorasyon yüzeyi arasında mikro boşluk oluşumuna ve buna bağlı pulpal enflamasyona, post-operatif hassasiyete, mikrosızıntıya, bakteri geçişine ve ikincil çürük oluşumuna neden olmaktadır.⁸⁻¹⁰ Polimerizasyon bütülmesi materyalin özellikleri, konfigürasyon faktörü, kavite büyüklüğü, kavite kenarlarında minerin varlığı ya da olmaması, dentinin kalitesi, morfolojisi ve lokasyonu gibi farklı parametrelerden etkilenmektedir.¹¹⁻¹³

Rezin kompozitlerdeki polimerizasyon bütülmesini gidermek amacıyla, polimerizasyonu ağız dışında gerçekleştirilen indirekt rezin kompozit inley/onley restorasyonlar ön plana çıkmaktadır.^{14,15} İntrakoronal indirekt restorasyonlar; simantasyon öncesi uyulandırmada esnasında interproksimal kontakt, kenar uyum ve oklüzal temas değerlendirmesi gibi avantajlara sahiptir.¹⁶ Rezin kompozit inleyler; kolay yapım teknikleri, düşük maliyetleri ve tamir edilebilmeleri, diş dokusunu azami koruması, estetik olmaları ve diş dokuları ile uyumlu olmaları gibi avantajlarının yanı sıra düşük aşınma ve renklenme gibi dezavantajlara sahiptirler.^{14,16,17}

İnley restorasyonların başarısında önemli rol oynayan etkenlerden biri kuşkusuz tercih edilen restoratif materyaldır ve günümüzde rezin kompozitler ve seramik esaslı materyaller çoğunlukla tercih edilmektedir.^{14,18} Seramikler üstün dişeti cevabı oluşturmaları, estetik özellikleri, inert olmaları, dolayısıyla

metal destekli sistemlere oranla ısı ve elektrik iletkenliklerinin daha az olmasına bağlı olarak termal hassasiyetleri azaltmaları¹⁹ ve geleneksel metal destekli restorasyonlara benzer şekilde kenar adaptasyon gösterebilmeleri gibi özellikleri sayesinde son dönemde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.^{5,20,21} Yeni nesil adeziv uygulamalardaki teknolojik ilerlemelerle beraber güçlendirilmiş seramiklerin geliştirilmesiyle, inley restorasyonların yapımında da kullanımları artmıştır.²² Seramik inleyler, diş yapısının korunması ve daha fazla koronal doku bırakılması açısından konservatif uygulamalardır ve indirekt posterior rezin kompozitlerden fiziksel anlamda daha üstündürler.²³

Günümüzde CAD-CAM restorasyonlar; sistem tarayıcı uçlar kullanılarak direkt alınan optik ölçü üzerinde bilgisayar ortamı kullanılarak modellendikten sonra, (CAD: Computer Aid Design) restorasyonun bilgisayar destekli freze sistemleri ile hazır üretilmiş bloklarından (CAM: Computer Aid Manufacturing) yapılmaktadır.²⁴ Bu amaçla CAD-CAM teknolojisi, bilgisayar kontrolünde çalışan, üretilecek malzemenin bilgisayar ekranında üç boyutlu tasarımı anlamına gelen ve daha çok makine teknolojisi olup, son 30 yılda diş hekimliğinde büyük gelişim göstermiştir.²⁵⁻²⁷ Ağız dışında bir inley restorasyonun aynı seansta hazırlanıp hastaya teslim edilmesi düşüncesi, bilgisayar ile tasarım ve üretim teknolojisinin (CAD-CAM) temelini oluşturmuştur.²⁸ Bu teknoloji ile günümüzde; inley, onley, lamina vener, bölümlü kron, hareketli bölümlü protezlerin iskelet yapıları, tam kron ve köprü sistemlerinin tasarlanıp üretilmesi mümkündür.^{25,29-31} Çağımızdaki hızlı teknolojik gelişimleri göz önünde bulundurulduğunda, CAD/CAM teknolojisi gelecekte de dental materyallerden restorasyonların üretilmesinde önemli yer sahibi olacaktır.^{28,32}

Bu çalışmada, CAD/CAM sistemi ile üretilen IPS e.max CAD ve Lava Ultimate, presleme yöntemiyle elde edilen IPS e.max Press ve direkt olarak hazırlanan kompozit inley restorasyonların mikrosızıntı değerlerinin *in vitro* olarak araştırılması amaçlanmıştır. Hipotez olarak; CAD/CAM sistemi kullanılarak üretilen inley restorasyonlarda; diğer restorasyonlara göre daha düşük mikrosızıntı değerleri görülmesi beklenmektedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada 80 adet üçüncü molar diş kullanıldı. Diş üzerindeki eklentiler kretuar yardımıyla uzaklaştırı-



larak, fırça ve pomza ile temizlendi. Dezenfeksiyonunun sağlanması için %0,1'lik timol solüsyonu içerisinde 24 saat süre ile bekletildi. Dişler çalışma süresince oda sıcaklığında %0.09'luk serum fizyolojik içerisinde saklandı.

Tüm gruplardaki dişlere su soğutması altında 850-012-16 ML no'lu elmas frez (Diotech, Swiss Dental Inst., Heerbrugg, İsviçre) ile oklüzal genişliği bukko-lingual tüberküller arası mesafenin 1/3'ü, aproksimal bölgedeki genişliği bukko-lingual mesafenin 1/3'ü kadar, oklüzal kavite derinliği 2 mm., aproksimal kavite derinliği mine-sement sınırının altında Sınıf II (OM) kaviteler açıldı. Kavitelerde restorasyonların ve ölçünün rahat çıkabilmesi için, inley frezleri ile taban ve yan duvarlar arasında 6°'lik açı oluşturuldu ve kavite içerisindeki köşeler yuvarlaklaştırıldı. Daha sonra dişler her grupta 20 adet olacak şekilde dört gruba ayrıldı:

Grup 1 (n=20): Prepare edilen dişlere lak (Imiseal; Imicryl, Konya, Türkiye) uygulandı ve dişlere rezin kompozit materyal (Filtek Ultimate; 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) üretici firma önerileri doğrultusunda oblik tabakalama tekniği kullanılarak yerleştirildi ve her tabakaya LED ışık kaynağı (Elipar S10; 3M ESPE, Seefeld, Almanya) ile birer defa 20 sn. ışık uygulandı. Sonra restorasyon dişten çıkarılarak iki yüzeyden tekrar ışık uygulandı, fazlalıkları alınarak düzeltilti. Sonrasında lak kavitelerden uzaklaştırıldı ve dişlerin mine kenarlarına %37'lik fosforik asit (Total Etch; Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) uygulandı, 10 sn. sonrasında basınçlı suyla yıkandı ve sonrasında hava ile kurutuldu. Adper Single Bond (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) uygulandı, Rely X ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulanarak restorasyonlar dişlere simante edildi. Siman fazlalıkları uzaklaştırıldı. Oklüzal ve gingival yüzeyden 40 sn. ışık aynı LED ışık kaynağı ile uygulandı. Restorasyonların bitirme ve polisaj işlemleri elmas frez ve Sof-Lex (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) diskleri kullanılarak tamamlandı.

Grup 2 (n=20): İnley kavitesi hazırlanan örnekler, optik okuyucu (3Shape TRIOS A/S, Kopenhag, Danimarka) kullanılarak kavitelerin dijital görüntüleri elde edildi. 3Shape TRIOS sistemi kullanılarak restorasyonun yapılacağı diş numarası, restorasyon tipi ve tasarımı belirlendi. Siman aralığı tüm örnekler için standart 40 µm olarak ayarlandı. Restorasyonun bitim sınırları çizildi ve restorasyon

tasarlandı. Seçilen blok (Lava Ultimate; 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) aşındırma ünitesine (CORITEC 550i; imes-icore GmbH, Almanya) yerleştirildikten sonra kazıma işlemi başlatıldı.

İnley restorasyon hazırlandıktan sonra dişler ve restorasyon yıkandı ve hava ile kurutuldu. Seramik iç yüzeyi 50 µm partikül büyüklüğünde alüminyum-oksit tozu ile (Microetcher ve Macro Cab, Danville Engineering Inc., ABD) pürüzlendirildi. Pürüzlendirme sonrası restorasyon 30 sn. suyla tekrar yıkandı, kurutuldu ve 60 sn. Rely X seramik primer (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) uygulandı ve hava ile kurutuldu. Bir fırça ile restorasyonun iç yüzeyine Adper Single Bond uygulandı ve hava spreyi ile inceltilti. Diş yüzeyleri Total Etch ile asitlendi 10 sn. sonrasında suyla yıkandı ve sonrasında hava ile kurutuldu. Diş yüzeyine Adper Single Bond ve sonrasında Rely X ARC kavite yüzeylerine uygulandı. Restorasyon diş yerleştirildikten sonra siman fazlalıkları uzaklaştırıldı. Vestibül ve oral yüzeylerde 40 sn. olmak üzere LED ışık kaynağı uygulandı.

Grup 3 (n=20): Kavite preparasyonu tamamlanan diş kurutulduktan sonra polivinil siloksan ölçü maddesi (Zeta Plus; Zhermack, Rovigo, İtalya) ile dişlerin ölçüleri alındı. Sonrasında ölçülere Tip IV dental sert alçı (GC Fujirock EP; GC Europe, Leuven, Belçika) dökülerek alçı modeller elde edildi. Her bir alçı modele iki tabaka 'die spacer' (Stumpflack die spacer, S&S Scheftner GmbH, Mainz, Almanya) uygulandı. 'Die spacer' kuruduktan sonra tüm yüzeylerde eşit kalınlıkta olacak şekilde modelaj mumu (Crown wax, Bego GmbH, Bremen, Almanya) ile restorasyonun modelasyonu yapıldı. Mum modelasyonlar 2 mm. çapında mum çubuk ile manşetin tabanına bağlandı. Mum örnekler silikon manşete yerleştirildikten sonra üretici firmanın önerileri doğrultusunda özel revetmanı (IPS PressVest; Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) kullanılarak manşete alındı. Bir saat süreyle revetmanın sertleşmesi beklendikten sonra silikon manşetten çıkarılan revetman oda ısısındaki ön ısıtma fırınına yerleştirildi. Fırın ısısı 850°C'ye ulaştığında 1 saat süreyle bekletildi. Ön ısıtması tamamlanan revetman hızlıca presleme fırınına yerleştirildi. Seçilen IPS e.max Press ingot sıcak revetmandaki yuvaya yerleştirildi. Programat EP5000 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) fırınında presleme için uygun program seçilerek presleme işlemi gerçekleştirildi.

Diş yüzeyine Multilink Primer A ve Primer B (Ivoclar, Schaan, Lihtenştayn) 1:1 oranında karıştırıl-



dıktan sonra uygulandı ve 5 sn. hava uygulandı. Sonrasında Multilink Automix siman (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) seramiğin iç yüzeylerine uygulandı. Restorasyon dişe yerleştirildikten sonra taşan siman fazlalıkları uzaklaştırıldı. Her biri 40 sn. olmak üzere vestibül ve oral yüzeylerden LED ışık kaynağı uygulandı.

Grup 4 (n=20) Optik okuyucu (3Shape TRIOS A/S, Copenhagen, Danimarka) kullanılarak kavitesi hazırlanmış dişlerin dijital görüntüleri elde edildi. 3Shape TRIOS sistemi kullanılarak restorasyonun yapılacağı diş numarası, restorasyon tipi ve tasarımı belirlendi. Materyal olarak IPS e.max CAD seçimi yapıldı ve siman aralığı tüm örnekler için standart 40 µm olarak ayarlandı. Bilgisayarda restorasyonun bitim sınırları çizildi ve bitim sınırlarına uygun olarak restorasyonlar tasarlandı. Elde edilen seramik inley restorasyonlar bu aşamada mavi renkteki prekristalize fazda iken gerekli aşındırma ve düzeltmeler yapıldı. Programat P500 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) fırınında 850°C'de 10 dakika süre ile kristalizasyon işlemi tamamlandı.

Son olarak glaze tabakası uygulandı. Adeziv simantasyon için prepare edilen dişler pomza ve fırça ile temizlendi, yıkandı, kurutuldu. Restorasyon yıkandı ve kurutuldu. Seramik inleylerin iç yüzeyine, tutuculuğu arttırabilmek amacıyla 60 saniye hidroflorik asit (IPS Ceramic Etching Gel; Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) uygulandı. Takiben, aynı yüzeye silan (Monobond-S; Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) uygulanıp 60 saniye beklendi ve hava ile kurutuldu. Diş yüzeyine Multilink primer A ve Primer B (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) 1:1 oranında karıştırıldıktan sonra uygulandı ve 5 sn. hava uygulanarak inceltildi. Sonrasında Multilink Automix siman seramiğin iç yüzeylerine uygulandı. Restorasyon dişe yerleştirildikten sonra taşan siman fazlalıkları uzaklaştırıldı. Her biri 40 sn. olmak üzere vestibül ve oral yüzeyler uzun süreli ışınlama ile sertleştirildi. Böylece tüm restorasyonlar tamamlandı.

Tüm gruplara ait hazırlanan örnekler 5°C (± 1°C) ile 55°C (± 1°C) sıcaklığındaki su banyolarında 10.000 kez termal siklusa (Esetron, Ankara, Türkiye) tabi tutuldu. Termal siklus işlemi sonrasında restorasyon dışındaki bölgelerden boya penetrasyonunu önlemek için dişlerin apeksleri rezin kompozit ile kapatılarak restorasyon kenarına 1 mm. uzaklıkta olacak şekilde bütün yüzeyleri tırnak cilası ile kaplandı

ve ardından ikinci bir kat tırnak cilası da uygulandı.

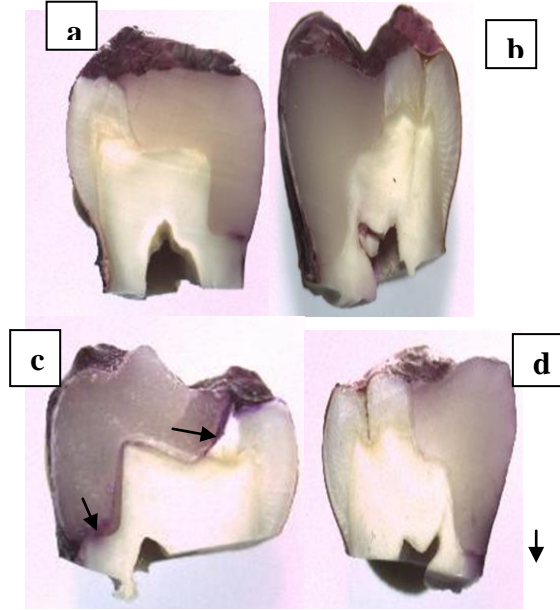
Örnekler bazik fuksin solüsyonunda bekletilmeye kadar oda sıcaklığında, distile su içerisinde saklandı. Tüm örnekler, % 0,5'lik bazik fuksin solüsyonunda 24 saat bekletildikten sonra su altında yıkanarak kurutuldu. Dişler akrilik rezine gömülerek kesme makinesi (Micracut Precision Cutter, Metkon Inst., Türkiye) ile restorasyonları ortadan ikiye ayıracak şekilde, mesio-distal yönde kesilerek skorlandı. Boya penetrasyonu optik steromikroskop (NZ.1902-P; Euromex, Arnhem, Hollanda) kullanılarak x30 büyütme ile değerlendirildi.

Restorasyonların, oklüzal ve gingival bölgeler için tespit edilen en yüksek değerler, ilgili restorasyonun mikrosızıntı skorları olarak kaydedildi. Lucena-Martin ve ark. yaptıkları çalışmada³³ olduğu gibi, her iki kesitten gingival ve oklüzal bölgeler için elde edilen en yüksek değerler, ilgili restorasyonun mikrosızıntı skorları olarak belirlendi.

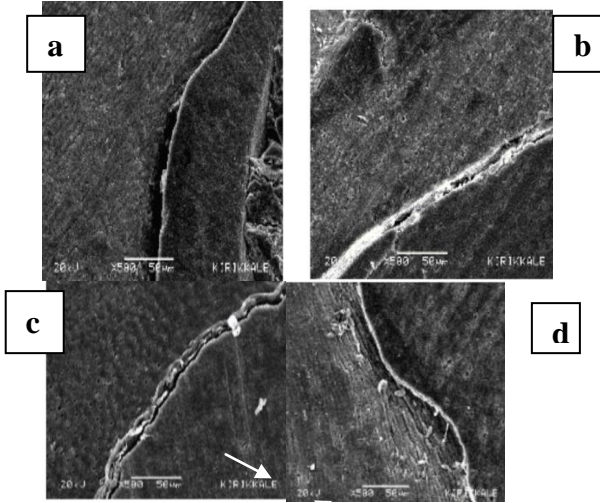
Oklüzal bölgede boya penetrasyonunun değerlendirilmesinde şu skala kullanıldı: 0= Boya penetrasyonu yok, 1= Kavite derinliğinin 1/2'si veya daha azı ile sınırlı boya penetrasyonu, 2= Kavite derinliğinin 1/2'sinden fazlasını içeren boya penetrasyonu, 3= Kavite tabanının 1/2'sini içeren boya penetrasyonu, 4= Kavite tabanının 1/2'sinden fazlasını içeren boya penetrasyonu

Gingival bölgede boya penetrasyonunun değerlendirilmesinde ise şu skala kullanıldı: 0= Boya penetrasyonu yok, 1= Kavite tabanının 1/2'sini içeren boya penetrasyonu, 2= Kavite tabanını içeren boya penetrasyonu, 3= Aksiyal duvarın 1/2'sini içeren boya penetrasyonu, 4= Aksiyal duvarın 1/2'sinden fazlasını içeren boya penetrasyonu. (Şekil 1-2)

Çalışmadan elde edilen veriler bir bilgisayar programı (SPSS v20.0, Chicago, ABD) aracılığıyla değerlendirildi. Non-parametrik bir test olan Kruskal-Wallis testi aracılığıyla gruplar arası anlamlılık değerlendirildi. Grupların ikili değerlendirilmesinde Mann-Whitney U testi kullanıldı. Grupların, kavitelerin oklüzal ve gingival kenarlarında gösterdikleri mikrosızıntı değerlerinin karşılaştırılması için ise Wilcoxon Signed Ranks testi yapıldı. Tüm veriler için istatistiksel anlamlılık değeri p<0,05 olarak kabul edildi.



Şekil 1. Boya penetrasyon skorlamasından örnekler
a. Boya geçiş derecelendirme sistemine bir örnek (Filtek Ultimate). Oklüzal duvar 0, gingival duvar 1 (x30 büyütme).
b. Boya geçiş derecelendirme sistemine bir örnek (Lava Ultimate). Oklüzal duvar 0, gingival duvar 0 (x30 büyütme).
c. Boya geçiş derecelendirme sistemine bir örnek (E.Max Press). Oklüzal duvar 2, gingival duvar 3 (x30 büyütme).
d. Boya geçiş derecelendirme sistemine bir örnek (E.Max CAD). Oklüzal duvar 0, gingival duvar 2 (x30 büyütme).



Şekil 2. Her gruptan birer adet örneğin oklüzal yüzeye yakın bölgesinden alınmış SEM görüntüleri
a. Filtek Ultimate resin kompozit kullanılarak yapılan inleyin oklüzal yüzeye yakın bölgesinden alınmış SEM görüntüsü (x500).
b. Lava Ultimate kullanılarak yapılan inleyin oklüzal yüzeye yakın bölgesinden alınmış SEM görüntüsü (x500).
c. e.max Press kullanılarak yapılan inleyin oklüzal yüzeye yakın bölgesinden alınmış SEM görüntüsü (x500).
d. e.max CAD kullanılarak yapılan inleyin oklüzal yüzeye yakın bölgesinden alınmış SEM görüntüsü (x500).

BULGULAR

Çalışma kapsamında 80 adet inley restorasyonun tamamına ait oklüzal ve gingival bölge mikrosızıntı değerleri değerlendirildi. Gruplara göre skorların yüzdesel dağılımları Tablo 1'de verildi.

Tablo 1. Grupların oklüzal ve gingival bölge skorlarının dağılımı

	Oklüzal					Gingival				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Grup 1	8 (%40)	8 (%40)	3 (%15)	0 (%0)	1 (%5)	2 (%10)	11 (%55)	6 (%30)	1 (%5)	0 (%0)
Grup 2	15 (%75)	4 (%20)	0 (%0)	1 (%5)	0 (%0)	5 (%25)	8 (%40)	7 (%35)	0 (%0)	0 (%0)
Grup 3	4 (%20)	11 (%55)	4 (%20)	1 (%5)	0 (%0)	8 (%40)	5 (%25)	3 (%15)	4 (%20)	0 (%0)
Grup 4	17 (%85)	2 (%10)	1 (%5)	0 (%0)	0 (%0)	7 (%35)	4 (%20)	7 (%35)	1 (%10)	0 (%0)

Oklüzal bölgedeki mikrosızıntı değerleri incelendiğinde; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p=0,000$). Genel olarak en düşük mikrosızıntı oranı IPS e.max CAD kullanılan grupta gözlemlenirken, en yüksek oran IPS e.max Press kullanılan grupta gözlemlendi ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,000$). Gruplar ikili olarak karşılaştırıldığında, IPS e.max CAD kullanılan grup ile Filtek Ultimate kullanılan grup arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,032$). Benzer şekilde IPS e.max Press ile Lava Ultimate kullanılan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p=0,004$).

Gingival bölgedeki mikrosızıntı oranları incelendiğinde; en düşük oran IPS e.max Press kullanılan grupta gözlemlenirken, en yüksek Filtek Ultimate resin kompozit inley grubunda gözlemlendi. (Tablo 1) Gingival bölgedeki gruplar arasındaki karşılaştırılmada, genel olarak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi ($p=0,883$).

Oklüzal ve gingival mikrosızıntı değerleri grup içi karşılaştırıldığında; IPS e.max Press kullanılan grubun oklüzal ve gingival bölge sızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenirken ($p=0,039$); diğer gruplarda oklüzal ve gingival bölgeler arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmedi (sırasıyla $p=0,963$ $p=0,588$ ve $p=0,319$).

CAD/CAM sistemi ve diğer sistemlerle hazırlanan grupların mikrosızıntı skorları karşılaştırıldığında; gingival bölgede CAD/CAM sisteminin kullanıldığı

gruplarda, diğer sistemlerin kullanıldığı gruplara oranla daha düşük sızıntı gözlemlendi, ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,825$). Oklüzal bölgede ise CAD/CAM sistemi ile hazırlanan gruplar, diğer gruplara oranla daha düşük sızıntı değerleri gösterdi ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,000$).

TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı sistemlerden yararlanılarak hazırlanan indirekt inleylerin mikrosızıntı seviyeleri boya penetrasyon yöntemiyle karşılaştırmalı olarak incelendi. Genel olarak bakıldığında; laboratuvar şartlarında CAD/CAM sistemi ile hazırlanan örneklerin sızıntı açısından daha uygun sonuçlar gösterdiği gözlemlendi.

Restoratif materyaller ve sistemlerin klinik kullanım öncesi *in vitro* ortamında test edilmeleri önemli bir husustur ve *in vitro* ortamda gerçekleştirilen mikrosızıntı çalışmaları marjinal uyumun bir göstergesi olarak düşünüldüğünde restorasyonların başarısını değerlendirmede kritik önem taşır.³⁴ Laboratuvar ve klinik testler arasındaki uyumsuzluğun en aza indirilmesi için genellikle restorasyonları tamamlanan örneklerle çeşitli yaşlandırma protokolleri uygulanmaktadır. İdeal bağlanma test sonuçları, restorasyonların tamamlanmasından sonra dişlerin belirli bir süre ağızda bırakılarak kendi kendine yaşlanması sonucu elde edilir. Ancak bu şekilde bir yaşlandırma şekli, çekimi önceden planlanan insan dişlerinde yapılabılır.³⁵ Bu nedenle ağız ortamını taklit eden çeşitli laboratuvar test protokolleri geliştirilmiştir.^{36,37} Diş hekimliğinde kullanılan materyallerin analiz edilmesi amacıyla ağız ortamını taklit eden farklı laboratuvar şartları oluşturulmaktadır. Bu şartlardan biri de ısıl değişim (termal siklus) uygulamasıdır. Termal siklus, sıcaklık ve nem değişimleri içeren uzun süreli çevre koşullarına maruz kalmanın oluşturacağı etkiyi taklit etmektedir ve yaşlanmayı ile bağlantı ara yüzelerindeki stresi taklit edebilmek için, *in vitro* mikrosızıntı testlerinde kabul görmüş bir metottur.³⁸

Mikrosızıntı değerlendirme yöntemleri arasında metilen mavisi, gümüş nitrat, bazik fuksin gibi boyalarda bekletme yöntemleri ile birlikte bakteriler, radyoizotop yöntemleri, SEM çalışmaları, hava basıncı, termal ve mekanik siklus gibi yöntemler sayılabilir.^{39,40} Bu yöntemlerin kesin bir sonuçla birbirine üstünlüğüne

dair kesin bir yargı bulunmadığı göz önüne alınarak, çalışmamızda ekonomik, pratik ve güvenilir bir yöntem olan boya penetrasyon yöntemini tercih ettik. Boya penetrasyon için moleküler olarak ağızdaki birçok mikroorganizmadan küçük olan bazik fuksin boyasını %0,5 konsantrasyonunda kullandık.

İnley-onlaylerin kavitelere yapıştırılmasında kullanılmak üzere çeşitli resin simanlar geliştirilmiştir. Dual cure resin simanlar hem ışık aktivasyonu ile hem de kimyasal olarak polimerize olan bileşenler içerdiğinden indirekt restorasyonların yapıştırılmasında daha çok tercih edilmektedirler. Çalışmamızda da bir standartizasyon sağlama amacıyla dual cure resin simanlar tercih edilmiş, ancak çalışmamızda kullanılan inley materyallerinin kullanım talimatlarında en ideal bağlanmanın yine aynı üreticinin resin simanı ile sağlayacağı önerisi göz önünde bulundurularak, üretici firmaların kullanılmasını önerdikleri dual cure resin simanlar kullanılmıştır.

Çalışmamızda oklüzal bölgede en düşük mikrosızıntı oranı IPS e.max CAD kullanılan grupta gözlenirken, en yüksek oran IPS e.max Press kullanılan grupta gözlemlendi. Gingival bölgede ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi. Özdemir ve ark'nın⁴¹ direkt ve indirekt seramik inley restorasyonlar ile nanokompozit resin kullanılarak yapılan direkt kompozit restorasyon ve indirekt resin kompozit inleylerin, mikrosızıntı özelliklerini değerlendirdikleri çalışmasında; en az sızıntı indirekt resin kompozit inley grubunda, ardından indirekt seramik inley grubunda gözlenmiştir. Çalışmamızın sonucu bu çalışmaya uyum göstermemektedir. Bu durumun günümüzde artık daha gelişmiş ve hassas tekniklerle hazırlanan seramik ve hibrit inley materyallerin artan performanslarına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Karaagaçlıoğlu ve ark.⁴² tarafından yapılan çalışmada, gingivalde mine-sement sınırı altında sonlanan Sınıf II kavite için yarısını indirekt yöntemle hazırlanan SR-İsosit rezinle, diğer yarısı porselen bir inley materyali ile restore ederek kenar sızıntısı değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda porselen ve resin inley grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda da gingival bölgede bu çalışmaya paralel sonuç gözlenmiş ancak oklüzal değerlendirmede bu çalışmaya uyum gözlenmemiştir.

El-Damanhoury ve ark.⁴³ tarafından yapılan çalışmada; Lava Ultimate, Cerec Blokları ve IPS e.max

CAD materyalleri kullanılarak mikrosızıntı değerleri karşılaştırılmış ve Lava Ultimate materyalinin diğer iki materyale oranla daha yüksek boya penetrasyon değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Lava Ultimate materyali, rezin matriks içeriğe sahip ve yaklaşık %80 oranda nanoseramik partiküller ihtiva eden bir materyaldir.⁴⁴ El-Damanhoury ve ark.⁴³ çalışmasında, Lava Ultimate materyalinin diğer seramik materyallerden daha yüksek termal genişleme katsayısına sahip olduğunu ve termal siklus işleminin de bu materyalin marjinal kalitesini olumsuz etkilediğini ve bu durumun da yüksek oranda mikrosızıntı oluşumuyla sonuçlandığını ifade etmişlerdir. Çalışmamızda da Lava Ultimate kullanılan grupta, oklüzal bölgede IPS e.max CAD kullanılan gruba göre anlamlı derecede daha yüksek penetrasyon skorları gözlenmiştir.

S. Zarrati ve Mahboub tarafından⁴ yapılan bir çalışmada; gingival alandaki marjinal aralık, hem indirekt rezin kompozit hem de cam-seramik inleylerde oklüzal bölgeden daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda ise IPS e.max Press kullanılan grupta bu çalışmaya uyumlu sonuç gözlenirken, diğer gruplarda gözlenmemektedir.

Santos ve ark.⁴⁵ altı aylık seramik inley ve onleylerin değerlendirildiği bir çalışma yapmışlar ve altıncı ayın sonunda tüm seramiklerin tatmin edici performansları olduğunu bildirmişlerdir. Manhart ve ark.⁴⁶ yaptıkları çalışmada 2 yıllık süreçte, rezin kompozit inleyler %90 oranında başarı gösterirken, seramik inleylerin %100 oranında başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Thordrup ve ark.⁴⁷ direkt ve indirekt yöntemlerle, seramik ve rezin kompozitler kullanılarak hazırlanan inley restorasyonları değerlendirdikleri çalışmada seramik inleylerin uzun vadede başarısız olabileceğini belirtmiştir. Posterior diş restorasyonları dayanıklılığı yüksek materyaller gerektirir ve seramik restorasyonlar da bu koşulu sağlamaktadır.⁴⁸ Klinik çalışmalarla bağlantılı olarak *in vitro* çalışmalarda ve bizim çalışmamızda seramik inleylerin posterior restorasyon için iyi bir seçenek olduğunu söyleyebiliriz.

Genel olarak bütün bulgular değerlendirildiğinde çalışmadan çıkarılacak sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- CAD/CAM ile yapılan restorasyonlarda gingival bölgedeki sızıntı skorları değerlendirildiğinde diğer gruplara oranla anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Bunun nedeni de kavite sınırlarının aproksimal bölgelerde mine-sement sınırının altına ulaştığı du-

rumlarda hangi materyal kullanılırsa kullanılsın, iyi bir bağlanma elde edilememesi ve buna bağlı olarak da mikrosızıntının tamamıyla elimine edilememesi ile açıklanabilir.

- Ölçü alma zorunluluğu, uzun süren laboratuvar işlemlerinin olmaması zaman ve uygulama açısından da CAD/CAM sistemlerine avantaj sağlamaktadır.
- CAD/CAM ile yapılan inley restorasyonlarda oklüzal bölgede diğer gruplara oranla daha düşük sızıntı oranları tespit edilmiştir ve hipotez doğrulanmıştır fakat sonuç olarak *in vitro* çalışmanın da bazı sınırlamaları vardır. *In vitro* çalışmalarda ağız ortamında bulunan mikro organizmalar ve tükürük vb. faktörler bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Biçer AY. Seromer Esaslı İki Farklı İndirekt Kompozit Materyalin Sitotoksik Etkilerinin In Vitro Değerlendirilmesi. Gazi Üniv Diş Hek Fak Derg 2011;28:69.
2. Küçükeşmen HC. Porselen İnley-Onleyler. Türkiye Klinikleri J Dent Sci 2011;2:22-8.
3. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent 2003;28:215-35.
4. Zarrati S, Mahboub F. Marginal adaptation of indirect composite, glass-ceramic inlays and direct composite: an in vitro evaluation. J Dent (Tehran) 2010;7:77-83.
5. Baştuğ Ş, Gözneli R. Tam seramik sistemler: konvansiyonel yöntemler. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2012;2012:147-54.
6. Tuncer D, Çelik Ç, Çehrelî SB, Arhun N. Comparison of microleakage of a multi-mode adhesive system with contemporary adhesives in class II resin restorations. J Adh Sci Tech 2014;28:1288-97.
7. Peutzfeldt A, Asmussen E. Determinants of in vitro gap formation of resin composites. J Dent 2004;32:109-15.
8. Bicalho AA, Pereira RD, Zanatta RF, Franco SD, Tantbirojn D, Versluis A, et al. Incremental filling technique and composite material--part I: cuspal deformation, bond strength, and physical properties. Oper Dent 2014;39:71-82.



9. Mjor IA, Toffenetti F. Secondary caries: a literature review with case reports. *Quintessence Int* 2000;31:165-79.
10. Tantbirojn D, Pfeifer CS, Braga RR, Versluis A. Do low-shrink composites reduce polymerization shrinkage effects? *J Dent Res* 2011;90:596-601.
11. Shono Y, Ogawa T, Terashita M, Carvalho RM, Pashley EL, Pashley DH. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. *J Dent Res* 1999;78:699-705.
12. Ding M, Shin SW, Kim MS, Ryu JJ, Lee JY. The effect of a desensitizer and CO2 laser irradiation on bond performance between eroded dentin and resin composite. *J Adv Prosthodont* 2014;6:165-70.
13. Ali AM, Hamouda IM, Ghazy MH, Abo-Madina MM. Immediate and delayed micro-tensile bond strength of different luting resin cements to different regional dentin. *J Biomed Res* 2013;27:151-8.
14. Liu X, Fok A, Li H. Influence of restorative material and proximal cavity design on the fracture resistance of MOD inlay restoration. *Dent Mater* 2014;30:327-33.
15. van Dijken JW. Direct resin composite inlays/onlays: an 11 year follow-up. *J Dent* 2000;28:299-306.
16. Magne P, Paranhos MP, Schlichting LH. Influence of material selection on the risk of inlay fracture during pre-cementation functional occlusal tapping. *Dent Mater* 2011;27:109-13.
17. Magne P, Stanley K, Schlichting LH. Modeling of ultrathin occlusal veneers. *Dent Mater* 2012;28:777-82.
18. Fron Chabouis H, Smail Faugeron V, Attal JP. Clinical efficacy of composite versus ceramic inlays and onlays: a systematic review. *Dent Mater* 2013;29:1209-18.
19. Raigrodski AJ. Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: a review. *Dent Clin North Am* 2004;48:531-44.
20. Şener ID, Türker B. Kimyasal Yapılarına Göre Tam Seramik Restorasyonlar. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2009;19:61-7.
21. Başbuğ S, Gözneli R. Tam seramik sistemler: konvansiyonel yöntemler. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2012:147-54.
22. Pischevar L, Ghavam M, Pischevar A. Stress analysis of two methods of ceramic inlay preparation by finite element. *Indian J Dent Res* 2014;25:364-9.
23. Cramer NB, Stansbury JW, Bowman CN. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. *J Dent Res* 2011;90:402-16.
24. Miyazaki T, Hotta Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. *Aust Dent J* 2011;56:97-106.
25. Ersu B, Yüzügüllü B, Canay Ş. Sabit Restorasyonlarda CAD/CAM Uygulamaları. *Hacettepe Üniv Diş Hek Fak Derg* 2008;32:58-72.
26. Mormann WH. The origin of the Cerec method: a personal review of the first 5 years. *Int J Comput Dent* 2004;7:11-24.
27. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009;28:44-56.
28. Şahin E, Aktaş G, Özcan N, Aydın DH, Akça K. Restoratif diş hekimliğinde CAD/CAM laboratuvar uygulamaları: Sirona inLab sistemi. *Hacettepe Üniv Diş Hek Fak Derg* 2009;33:41-6.
29. Fasbinder DJ. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations. *J Am Dent Assoc* 2006;137:22-31.
30. Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2004;92:557-62.
31. Marchack CB. CAD/CAM-guided implant surgery and fabrication of an immediately loaded prosthesis for a partially edentulous patient. *J Prosthet Dent* 2007;97:389-94.
32. Ural Ç. Diş Hekimliği Pratiğinde Tamamı Seramik ve Cad-Cam Uygulamaları. *Dirim Tıp Gaz* 2011;1:27-38.
33. Lucena-Martin C, Gonzalez-Rodriguez MP, Ferrer-Luque CM, Robles-Gijon V, Navajas JM. Influence of time and thermocycling on marginal sealing of several dentin adhesive systems. *Oper Dent* 2001;26:550-5.
34. Özakar N, Urvasızoğlu N, Seven N. İndirekt kompozit inley restorasyonlar ile direkt kompozit restorasyonların mikrosızıntı yönünden karşılaştırılması. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg* 2009;19:76-84.



35. Pashley DH. In vitro simulations of in vivo bonding conditions. *Am J Dent* 1991;4:237-40.
36. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater* 2010;26:100-21.
37. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Five-year clinical effectiveness of a two-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent* 2007;9:7-10.
38. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2003;89:268-74.
39. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 1997;22:173-85.
40. Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. *J Dent* 1992;20:3-10.
41. Özdemir RC, Tulunoğlu Ö, Tulunoğlu İ. Nanokompozit Resin ve Feldspatik Seramik Direkt ve İndirekt Restorasyonların Mikrosızıntı Özelliklerinin İn Vitro Değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniv Diş Hek Fak Derg* 2007;31:15-23.
42. Karaagacioglu L, Zaimoglu A, Akoren AC. Microleakage of indirect inlays placed on different kinds of glass ionomer cement linings. *J Oral Rehabil* 1992;19:457-69.
43. El-Damanhoury H, Haj-Ali R, Platt J. Fracture Resistance and Microleakage of Endocrowns Utilizing Three CAD-CAM Blocks. *Oper Dent* 2015;40:201-10
44. Fasbinder DJ. Chairside CAD/CAM: an overview of restorative material options. *Compend Contin Educ Dent* 2012;33:50, 2-8.
45. Santos MJ, Francischone CE, Santos Junior GC, Bresciani E, Romanini JC, Saqueto R, et al. Clinical evaluation of two types of ceramic inlays and onlays after 6 months. *J Appl Oral Sci* 2004;12:213-8.
46. Manhart J, Scheibenbogen-Fuchsbrunner A, Chen HY, Hickel R. A 2-year clinical study of composite and ceramic inlays. *Clin Oral Investig* 2000;4:192-8.
47. Thordrup M, Isidor F, Horsted-Bindslev P. A 5-year clinical study of indirect and direct resin composite and ceramic inlays. *Quintessence Int* 2001;32:199-205.
48. Desai PD, Das UK. Comparison of fracture resistance of teeth restored with ceramic inlay and resin composite: an in vitro study. *Indian J Dent Res* 2011;22:877.

Yazışma Adresi:

Ertuğrul ERCAN
K.Ü Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
71200 Kırıkkale
Tel:+903182244927
Faks: +903182250685
e-mail: ertugrul@kku.edu.tr

