

“

RESTORATİF

ALANINDA ULUSLARARASI ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER

Aralık 2024

EDİTÖR

DDOÇ. DR. AYŞE TUĞBA ERTÜRK AVUNDUK

”

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2024

ISBN •978-625-6172-01-2

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.serüvenyayınevi.com

e-mail: serüvenyayınevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

RESTORATİF ALANINDA ULUSLARARASI ÇALIŞMA VE DEĞERLENDİRMELER

Aralık 2024

Editör

DOÇ. DR. AYŞE TUĞBA ERTÜRK AVUNDUK

İçindekiler

Bölüm 1

IMMEDIATE DENTIN SEALING UYGULANAN YÜZEYLERİN SİMENTASYONA HAZIRLANMASI

<i>Murat Can ERŞEN</i>	1
<i>Nevin ÇOBANOĞLU</i>	1

Bölüm 2

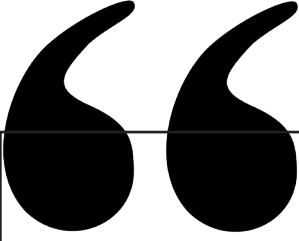
DIŞ HEKİMLİĞİNDE BEYAZLATMA TEDAVİLERİNİN MEKANİZMASI

<i>Sevim ATILAN YAVUZ</i>	15
---------------------------------	----

Bölüm 3

IDS UYGULAMASINDAN SONRA BAĞLANMA PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

<i>Murat Can ERŞEN</i>	27
------------------------------	----



Bölüm 1

IMMEDIATE DENTIN SEALING UYGULANAN YÜZEYLERİN SİMENTASYONA HAZIRLANMASI

Murat Can ERŞEN¹
Nevin ÇOBANOĞLU²

1 Murat Can ERŞEN, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD, ORCID ID: 0000-0003-0364-447X

2 Prof.Dr. Nevin ÇOBANOĞLU, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD, ORCID ID: 0000-0002-1633-8642

1. GİRİŞ

Preperasyondan hemen sonra, geçici aşamasından önce, açığa çıkmış olan dentinin bir dentin bonding ajanla örtülmesi, 1990'ların başında Pashley ve ark. tarafından "Erken Dentin Örtülmesi" olarak tanıtıldı. (Pashley et al., 1992) 1990'lardan itibaren konu hakkında "Immediate Dentin Seal", "Dual Bonding Tekniği", "Rezin Kaplama Tekniği" ve "Prehibridizasyon Tekniği" terimleri kullanılmıştır.

Restoratif tedavinin hazırlık ve geçici restorasyon uygulama aşamaları arasında diş dokularının yönetimi, restorasyonların başarısında çok önemli bir rol oynar. Diş preparasyonundan hemen sonra açığa çıkan vital dentin, geçici restorasyon aşaması sırasında bakteriyel infiltrasyon ve mikro sızıntıdan kaynaklanan risklere karşı hassastır. Açığa çıkan dentin tübüllerinden bakterilerin ve sıvıların penetrasyonu mikroorganizmaların kolonizasyonuna, post-operatif hassasiyete ve pulpanın daha sonraki süreçte muhtemel iritasyonuna yol açabilir. (Dietschi & Spreafico, 1998)

Geleneksel prosedürlerde, dentin tübüllerinin örtülmesi, kalıcı restorasyonun simantasyonu aşamasında gerçekleşir ve Gecikmiş Dentin Örtülmesi (DDS) olarak isimlendirilir. (Falkensammer, Arnetzl, Wildburger, Krall, & Freudenthaler, 2014) Böylece açığa çıkan dentin, geçici yapımı esnasında bakteri infiltrasyonuna açık hale gelir. Bu durumun aksine Erken Dentin Örtülmesi (IDS) tekniğinde dentin adezivlerin geçici restorasyondan önce uygulanması bakteriyel mikrosızıntı, dentin hassasiyeti, gap oluşumunu önleyici etkiler sağlar.(Magne, Kim, Cascione, & Donovan, 2005) Magne ve ark. çalışmalarında, IDS uygulaması ile DDS uygulamasına göre daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde etmişlerdir.(Magne et al., 2005; Magne, Paranhos, Hehn, Oderich, & Boff, 2011; Magne, So, & Cascione, 2007) Diğer birçok çalışmada da benzer şekilde IDS uygulaması daha üstün özelliktedir. (Duarte Jr, de Freitas, Saad, & Sadan, 2009; Jayasooriya, Pereira, Nikaido, & Tagami, 2003; Lee & Park, 2009)

Dentin adeziv ajanın ölçü alımından önce yeni kesilmiş dentine hemen uygulanması ve polimerize edilmesi önerilmektedir. Bu prosedürün(IDS) daha iyi bağlanma dayanımı, daha az gap oluşumu, daha az bakteriyel sızıntı sağladığı ve simantasyon sonrası hassasiyeti azalttığı gösterilmektedir. Adezyona yönelik bu akılcı yaklaşımın ayrıca diş yapısının korunması, hasta konforu, indirekt restorasyonların bağlanma dayanımlarında artış sağladığı ve bu restorasyonların uzun vadede sağkalımı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu bildirilmektedir.(Qanungo et al., 2016) Ayrıca, preparasyon sonrasındaki geçici restorasyon sürecindeki hasta konforuna katkı sunduğu bildirilmiştir. (Magne et al., 2005)

Bir dentin adeziv sistemi ve düşük viskoziteli bir mikrofil rezin ile birlikte rezin kaplamanın, diş preparasyonundan hemen sonra, ölçü alınmasının

hemen öncesinde hazırlanan kavite için kullanılması da tavsiye edilmektedir. Bu yöntem dentin yüzeyinde hibrit tabaka ve sıkı bir sızdırmazlık filmi oluşturur.(Jayasooriya, Pereira, Nikaido, Burrow, & Tagami, 2003; Jayasooriya, Pereira, Nikaido, & Tagami, 2003; T Nikaido et al., 1993)

Bazı preparasyonlarda sağlam diş dokusundan madde kaybı yapmamak için undercutların kompozit rezin, rezin modifiye veya geleneksel cam iyonomer simanlarla birlikte kapatılması ile uygulanan IDS diş dokusunun gereksiz kaybının önüne geçerek retansiyonu önemli ölçüde iyileştirebilir.(Johnson, Hazelton, Bales, & Lepe, 2004) Ayrıca IDS'nin farklı bir yöntem olarak rezin ilavesi ile uygulanması, kısa klinik kronların ve aşırı konik preparasyonların düzenlenmesi ile retansiyonun iyileştirilmesine katkı sunabilir. (Edelhoff & Sorensen, 2002; Magne, Perroud, Hodge, & Belser, 2000)

IDS'de ilk yapılması gereken ekspoz dentinin sınırlarını belirlemektir. Dentin ve mine dokusunu net biçimde ayırt edebilmek ve belirlemek için, tüm diş yüzeyinde 2-3 sn'lik bir ön asitleme yapılabilir, durulamanın ardından mine buzlu bir görünüm sergilerken dentin ise nispeten parlak bir hale gelir. Daha sonra kullanacağımız adeziv sistemin çeşidine göre ekspoz dentin tabakasının üzerine kalın bir dentin bağlayıcı ajan tabakası uygulanır ve üretici firmanın önerileri doğrultusunda ışıkla polimerize edilir. Doldurucusuz adeziv rezin kullanıldığı durumlarda; geometriyi düzeltmek için tamamlayıcı ek bir akışkan rezin tabakası veya alternatif olarak andırkatları ortadan kaldırmak ve preparasyonu yükseltmek için, geleneksel bir kompozit rezin kullanılabilir. Oksijen inhibisyon tabakasını elimine etmek için gliserin jel uygulanarak polimerizasyon uygulanabilir. Elastomerik malzemelerle ölçü alımı öncesinde preparasyon alanında oksijen inhibisyon tabakasının azaltımı için bir periodontal lastik ile fazla basınç uygulamadan pomza patı uygulanabilir. Daha sonra geçici restorasyonun uygulanmasından önce preparasyon yüzeyi gliserin jel veya yağ içerikli bir materyal ile izole edilebilir. Kalıcı restorasyonun simantasyonu aşamasında örtülenmiş yüzeye yüzey hazırlama yöntemleri uygulanmalı ve mine fosforik asitle pürüzlendirilmelidir. Son olarak restorasyon rezin bazlı bir simanla yapıştırılır. (Magne, 2014)

Taze kesilmiş dentin, dentin bonding için ideal bir substrattır.(Pashley et al., 1992) Dentin kontaminasyonu çeşitli geçici simanlarla simüle edildiğinde, taze kesilmiş dentine kıyasla bağlanma gücünde önemli düşüşler meydana gelebilmektedir. Pratikte, taze kesilmiş dentin yalnızca diş preparasyonunda, ölçü alınmadan önce mevcuttur.(Magne et al., 2005)

Dentin bağlayıcı ajanın prepolimerizasyonu daha iyi bağlanma dayanımı sunar. Dentin bağlayıcı ajanın bağlanma dayanımını değerlendiren çalışmalarda, infiltre olan rezin ve adeziv tabaka genellikle kompozit tabakalaması yapılmadan önce polimerize edilir(prepolimerizasyon), bu şekilde dentin bağlayıcı ajan ve üstteki kompozitin birlikte polimerize edildiği numunelere

kıyasla daha iyi bağlanma dayanımı sağladığı gösterilmiştir.(Dietschi & Herzfeld, 1998; McCabe & Rusby, 1994)

Adeziv ajanın prepolimerize edilmesi kompozit restorasyonların direkt uygulaması ile uyumluken, adeziv rezinin prepolimerize edilmesi indirekt adeziv restorasyonların yerleştirilmesi sırasında uygulandığında çeşitli sorunlara yol açabilmektedir. Polimerize dentin bağlayıcı ajan kalınlıkları yüzey geometrisine göre önemli ölçüde farklılık gösterdiğinden, pürüzsüz konveks bir yüzeyde ortalama 60 ila 80 µm, marjinal chamfers gibi konkav yüzeylerde ise 200 ila 300 µm'ye kadar çıkabilir. Bu yüzden, indirekt kompozit rezin veya porselen restorasyonun yerleştirilmesinden hemen önce dentin bağlayıcı ajanın uygulanması ve polimerize edilmesi restorasyonun tam olarak oturulmasının önüne geçebilir. Dolayısıyla klinik uygulamada, DDS olarak nitelendirilen durumda, restorasyon tam olarak yerleştirilmeden önce adeziv rezinin polimerize edilmeden kalması tavsiye edilmektedir. Bu durumda ise, restorasyonun yerleştirilmesi sırasında adeziv simantasyonda kullanılan kompozit rezininin basıncı ile polimerize edilmemiş hibrit tabakada (kollajen fibriller) bir çökme oluşarak adeziv arayüzün uyumu olumsuz etkileyebilir. (Dietschi & Herzfeld, 1998) Rezin emdirilmiş kollojen liflerin sayısı azalarak hibrit tabaka zayıflayabilir. (ER RF, Kramer, & Petschelt, 1999) Bu durum bağlanma dayanımını azaltabilir, postoperatif hassasiyete sebebiyet verebilir ve bağlantı arayüzünde daha büyük boşluk oluşumlarına yol açabilir.(Christensen, 2000; Pashley et al., 1992) Bu durum Magne ve ark.'nın çalışmasında DDS gruplarında daha düşük bağlanma dayanımı değerleri elde edilmesi ve SEM görüntülemeleri ile gözlenmiştir.(Magne et al., 2005)

IDS uygulanmış yüzeyde simantasyon seansında yüzey işlemi uygulandıktan sonra, dentin ekspozisyon riski doldurucu ihtiva eden adezivler veya akışkan rezin bazlı kompozitler ile azaltılabilir.(Stavridakis, Krejci, & Magne, 2005; C. Van Den Breemer et al., 2019)Birçok çalışmada IDS uygulamalarında adeziv ajan, akıcı kompozitle kombine edilmiş ve bu şekilde daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir.(de Carvalho, Lazari-Carvalho, Polonial, de Souza, & Magne, 2021; Feitosa, Medina, Puppim-Rontani, Correr-Sobrinho, & Sinhoreti, 2010; Jayasooriya, Pereira, Nikaido, & Tagami, 2003; Okuda, Nikaido, Maruoka, Foxton, & Tagami, 2007)

Bir çalışmada, IDS işleminde akışkan bir rezin kaplama takviyesinin kullanılması tüm doldurucusuz ya da az miktarda doldurucu içeren adezivlerin mikrogerilim bağlanma dayanımını artırmıştır, altın standart olarak kabul edilen üç aşamalı total-etch(Optibond FL) başarısını korumuştur. Orijinal IDS tekniği, bir doldurucu içerikli dentin bağlayıcı ajan kullanımını gerektirir. Doldurucusuz veya düşük miktarda doldurucu ihtiva eden adezivlerin kullanılması durumunda, IDS'nin ek bir akışkan rezin kaplama ile güçlendirilmesi önerilmektedir. Bu uygulama, özellikle ince bağlantı arayüzünü oksijen inhibisyonundan korumak ve restorasyonun simantasyonu öncesinde

preparasyonun temizlenmesi sırasında IDS tabakasını korumak amacıyla basitleştirilmiş adeziv sistemlerin performansı için oldukça önemli görünmektedir. Daha öngörülebilir bağlantı için doldurucusuz veya az miktarda doldurucu içeren dentin bağlayıcı ajanlarla IDS'nin akışkan rezin kompozit ile klinik olarak güçlendirilmesi önerilmektedir.(de Carvalho et al., 2021)

IDS dentin bağlantısının streten uzak bir şekilde gelişimine ortam hazırlar. Dentin bağlanma gücü zaman içinde aşamalı olarak iyileşme gösterir. Direkt adeziv restorasyonlarda daha zayıf olarak gözlenen erken dönem dentin bağlantısı, üstteki kompozit rezinin büzülmesi ve ardından gelen oklüzal kuvvetlerden doğrudan etkilenmektedir. Buna karşın, IDS ve indirekt adeziv restorasyonlar tercih edildiğinde, restorasyonun gecikmeli yerleştirilmesi(indirekt tekniklere özgü) ve oklüzal yüklemenin ötelenmesi sayesinde dentin bağlantısı zamanla daha güçlü hale gelebilir ve rezidüel stresler dağılır.(Park & Ferracane, 2005) bunun sonucunda Dietschi ve ark. tarafından belirtildiği üzere restorasyon adaptasyonu önemli ölçüde iyileşme gösterir.(Dietschi, Monasevic, Krejci, & Davidson, 2002)

2. IDS UYGULANAN YÜZEYDE YÜZEY HAZIRLAMA YÖNTEMLERİ

İndirekt restoratif uygulamalarda, geçici simantasyon gerekliliği söz konusudur. Geçici simantasyon sonrasında restorasyonun yüzeye uygulanması öncesinde ikinci bir adeziv prosedür gerekliliğinde öncelikle yüzey hazırlama işlemi gerekliliği oluşabilmektedir.(Dillenburg et al., 2009)

Geçici simanın ekskavator ile kaldırılması ve alkol ile temizlenmesi, siman kalıntılarını IDS yüzeyinden uzaklaştırmak için yeterli olmayabilir ve bağlanma gücünde azalmaya yol açabilir.(Abdou et al., 2021) Örtülenmiş yüzeyin temizlenerek bağlanma dayanımının artırılması ve daha ideal bir bağlanma arayüzü sağlanması için ek yüzey hazırlama yöntemlerinin uygulanması gerekebilir.

IDS tekniğinde adeziv simantasyon öncesi yüzey hazırlama işlemleri için evrensel bir protokol henüz mevcut değildir. Göz önünde bulundurulması gereken en önemli nokta adeziv bağlanma alanının dentin değil IDS uygulanmış adeziv yüzeyi olmasıdır.(Dillenburg et al., 2009)

IDS uygulanan preparasyon yüzeylerine restorasyon yerleştirilmeden hemen önce, mevcut adeziv tabakaya hava partikül kaynaklı aşındırma(a-ir-abrazyon), pomza kullanımı veya düşük hızda elmas döner kesici bir aletle pürüzlendirme gibi işlemler de sızdırmaz dentine bağlanmayı destekleyebilir. (Magne & Douglas, 1999; Magne et al., 2005) Alüminyum oksit ile hava kaynaklı partikül ile aşındırma, fosforik asit ile aşındırma, pomza ile polisaj ve tribokimyasal silika kaplama gibi farklı yüzey hazırlama yöntemleri IDS ile birlikte verimli bir şekilde kullanılmıştır.(Özcan, Barbosa, Melo, Galhano, & Bottino, 2007)

Restorasyonların uygulanmasında bir diğer önemli konu da uygun yüzey hazırlama yönteminin seçilmesidir. Magne ve ark. alüminyum oksit ile air-abrazyon(hava kaynaklı partikül aşındırması) yöntemini kullanırken(-Magne et al., 2005), Dillenburg ve ark. fosforik asit ile ilave aşındırmanın IDS yüzeylerinin hazırlanması için etkili olduğunu bulmuşlardır.(Dillenburg et al., 2009)

2.1. Air-Abrazyon(Hava Kaynaklı Partikül Aşındırması)

Literatür incelendiğinde, alüminyum oksitin IDS çalışmaları için en yaygın kullanılan hava kaynaklı partikül aşındırma malzemesi olduğu görülmüştür.(Dillenburg et al., 2009; Magne et al., 2005; Magne et al., 2011; Magne et al., 2007) Silika kaplı alüminyum oksit ile air-abrazyon diğer çalışmalarda alüminyum oksit ile air-abrazyon kadar etkili iken,(Chavesa, Giannini, & Ambrosano, 2002; Santos, Bapoo, Rizkalla, & Santos Jr, 2011; Vasconcellos, Alvim, Saad, & Susin, 2007) sodyum bikarbonat bir smear tabakasının oluşmasına ve bağlanma gücünün azalmasına neden olarak etkisiz görünmektedir.(Rosin, Arana-Chavez, Garone Netto, & Luz, 2005; Soares, Pereira, Souza, Menezes, & Armstrong, 2012)

Magne ve ark., total-etch adeziv sistemlerle IDS yapılan yüzeylerde Alüminyum Oksit ile air-abrazyon yöntemiyle diğer yöntemlere kıyasla daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde ettiler. (Magne et al., 2005) Stavridakis ve ark. çalışmalarında, air-abrazyon yöntemiyle pomza taşı kullanımına göre daha homojen yüzey elde edildiğini rapor etmişlerdir.(Stavridakis et al., 2005)

Dillenburg ve ark.'nın çalışmasında, IDS uygulanan yüzeylerde Alüminyum Oksitle air-abrazyon, fosforik asit uygulaması ve bunların kombine uygulamasının mikrogerilim bağlanma dayanımı karşılaştırılmış ve en düşük bağlanma dayanımı değerleri sadece air-abrazyon uygulanan gruplarda elde edilirken en yüksek değerler kombine uygulama yapılan gruplarda elde edildi. Alüminyum oksitle air-abrazyon uygulanan gruplarda daha düşük bağlanma değerlerinin elde edilmesinin sebebi hava kaynaklı partikül aşındırması yoluyla adeziv tabaka kalınlığındaki ve koheziv dayanımdaki muhtemel azalış olabilir. Toplamda iki kez adeziv rezin uygulanan bu gruplardaki adeziv kalınlığının, bir kez adeziv rezin uygulanan kontrol gruplarına yakın şekilde elde edilmesi dikkat çekicidir. Bu görüşü destekleyen bir diğer veri ise daha çok koheziv tipte kırıkların görüldüğü kontrol gruplarının aksine bu gruplarda kırılma bölgesinin daha çok hibrit tabakasının alt kısmında gözlemlenmesidir. Bu durum air-abrazyon işleminin adeziv tabakayı zayıflatığı fikrini desteklemektedir. (Dillenburg et al., 2009) Stavridakis ve ark. da bu teoriyi destekler şekilde hava partiküllü aşındırma işleminin adeziv tabakayı incelttiğini, geçici simanın çıkarılması esnasında adeziv tabakanın tamamen kaldırılması riskinin mevcut olduğunu ifade etmişlerdir.(Stavridakis et al., 2005)

İkinci seansta restorasyonun simantasyonu işleminden önce, IDS'nin tribokimyasal silika kaplama işlemine tabii tutulmasını öneren çalışmalar mevcuttur. Bu işlemin sadece yüzeyi mikro düzeyde pürüzlendirerek mikromekanik kilitlenmenin artmasını sağlamakla kalmayıp aynı zamanda yüzeyi temizleyerek rezin esaslı simanın IDS ile kimyasal kopolimerizasyonunu da mümkün kılacağı düşünülmüştür.(Amaral, Özcan, Valandro, Balducci, & Bottino, 2008; Radovic et al., 2007)

Bazı yazarlara göre hava kaynaklı partikül aşındırması uygulanmış IDS ve DDS yüzeylerinin optik 3 boyutlu yüzey analizinde yüzey aşındırması ve pürüzlülük olmak üzere 2 ana etki tespit edilmiş, silika kaplı alüminyum oksit air-abrazyon IDS ve DDS yüzeyleri üzerinde en büyük etkiyi göstermiştir. (Dillenburg et al., 2009; Stavridakis et al., 2005) Özcan ve ark. ise tribokimyasal silika kaplama yöntemi ile silika partiküllerinin yüzey üzerinde biriktiğini ve bu durumun da yüzeyde bir miktar artışa neden olduğuna dikkati çekmişlerdir.(Özcan et al., 2007)

Bir çalışmada tribokimyasal silika kaplama ile hazırlanan yüzeylerde, altı aylık yaşlandırmanın sonrasında, sadece pomza uygulanan yüzeylere göre daha başarılı bağlantı sağlandığı bildirildi. Tribokimyasal silika kaplama kullanımı sayesinde sağlanan gelişmiş bağlanma dayanımı, uygulanan silan bağlayıcı maddenin silika kaplı yüzeye ek kimyasal bağlanma sağlanmasına bağlanmıştır.(C. Van Den Breemer et al., 2019)

Tribokimyasal silika kaplama veya kumlama işlemi ince yapıdaki IDS tabakasını kaldırabilir ve bağlanma gücünün azalmasına neden olabilir(C. Van Den Breemer et al., 2019). Bu bakımdan, silika kaplamalı yüzey işlemi kullanılacağı durumlarda ilave bir adeziv tabaka veya akışkan kompozit ile oluşturulan kalın bir tabakanın klinik uygulamada tercih edilmesi yazarlar tarafından tavsiye edilmektedir.(C. R. van den Breemer et al., 2019)

Aseton içerikli Prime&Bond NT ile etanol ve su içerikli Adper Single-Bond 2 kullanılarak IDS uygulanan yüzeylere farklı yüzey işlemlerinin uygulandığı Dillenburg ve ark.'nın çalışmalarında aseton içerikli adeziv ajan ile daha ince adeziv tabaka kalınlığı elde edildiği ve bu tabakanın Alüminyum oksitle air-abrazyon yöntemine karşı daha kırılğan ve dayanıksız olabileceği iddia edilmiştir.(Dillenburg et al., 2009)

Falkensammer ve ark.'nın çalışmasında, IDS uygulanan ve uygulanmayan yüzeylerde glisin veya silika kaplı alüminyum oksit ile hava kaynaklı partikül aşındırması yöntemi ile yapılan yüzey hazırlama işlemi, kalsiyum karbonat ile yapılanı göre daha yüksek bir bağlanma dayanımı sağlamıştır. (Falkensammer et al., 2014)

Çalışmalarda sadece pomza ile polisaj işlemiyle pomza ile polisaja ilave olarak tribokimyasal silika kaplama yöntemi karşılaştırıldığında çinko-kar-

boksilat siman(C. Van Den Breemer et al., 2019) ve geçici çinko-oksit simanın(C. R. van den Breemer et al., 2019) temizlenmesi durumunda ilave olarak uygulanan silika kaplama yöntemi bağlanma gücünü etkilememiştir.

Polimerizasyon esasında hava blokajı yapılmadığında veya yüzeyden oksijen inhibisyon tabakasının kaldırılmadığı durumlarda, bu tabakanın vinil polisiloksan ve polieter ölçü materyallerinin polimerizasyonunu olumsuz etkilediği ortaya konmuştur. Ayrıca, rezin ile örtülenmiş yüzeyin ölçü materyali tarafından kontamine edilmesi mevcut rezin ile simantasyon ajanı arasındaki bağlantıyı bozabileceği için bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, rezin kaplı preparasyon yüzeyinin simantasyondan hemen önce düşük hızda bir elmas rotary frez kullanılarak veya hava kaynaklı partikül aşındırma yoluyla iyice temizlenmesi önerilir (Magne & Nielsen, 2009)

2.2. Pomza içerikli Pat Kullanımı

Magne ve ark. çalışmalarında prehibridize edilmiş yüzeyin temizliğinde düzensiz bir yüzey oluşturmak için alternatif bir teknik olarak pomza taşı kullanımı ve yavaş hızda elmas frez kullanımını da önermişlerdir.(Magne et al., 2005) Ayrıca birçok çalışmada IDS uygulanan yüzeylere florsüz pomza içerikli pat kullanımı önerilmiştir.(Dagostin & Ferrari, 2002; Duarte Jr et al., 2009)

Falkensammer ve ark.'nın çalışmasında, IDS grubunda en yüksek bağlanma dayanımı değerleri florür içermeyen pomza patı kullanıldığında elde edilmiştir ve bu değer sadece kalsiyum karbonat ile air-abrazyon işleminden önemli ölçüde farklıdır.(Falkensammer et al., 2014) Literatürde, özellikle doldurucusuz adezivler dentin yüzeyine uygulandığında, yüzey hazırlama için pomza kullanımı tercih edilmiştir.(Dagostin & Ferrari, 2002; Duarte Jr et al., 2009; Magne et al., 2005) Aynı çalışmada DDS kullanılan gruplarda air-abrazyon alt gruplarında herhangi bir farklılık görülmemiştir. Yine, florür içermeyen pomza patı kullanımı, sadece kalsiyum karbonat ile air-abrazyon ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde farklı olan en yüksek bağlanma güçlerini göstermiştir.(Falkensammer et al., 2014) Bu bulgu, pomzayı yüzey hazırlayıcı olarak test eden diğer araştırmaların bulgularıyla tutarlıdır.(Fonseca, Martins, Quagliatto, & Soares, 2005; Ribeiro et al., 2011) IDS uygulanmayan yüzeylerde, polisaj için florür içermeyen pomza patı kullanıldığında yüzey pürüzlülüğünün azaldığı gözlemlenmiştir. IDS gruplarında ise şaşırtıcı bir şekilde, literatürde de tanımlandığı gibi belirgin bir aşınmaya sahip daha pürüzlü bir yüzey izlenmiştir(Falkensammer et al., 2014); bu da dentin ve adezivlerin fiziksel yüzey özelliklerinin cilalamaya farklı tepki verdiği yönündeki yorumlara olanak tanımaktadır.(Stavridakis et al., 2005)

Stavridakis ve ark. çalışmalarında, dolduruculu ve doldurucusuz adeziv ajanlarla IDS uyguladıkları yüzeylere Alüminyum Oksitle air-abrazyon ve profilaksi patıyla polisaj uygulaması yapmışlardır. Her iki yüzey işlemiyle de

IDS yüzeyinden aşındırmanın homojen olmadığını, geniş bir aralıkta değerler kaydettiklerini ayrıca her iki yüzey işleminin de adeziv tabakayı tamamen kaldırmadığını rapor etmişlerdir.(Stavridakis et al., 2005)

Bir çalışmada yüzeyler pomza kullanılarak temizlendiğinde, IDS stratejileri arasında kayda değer bir fark olmaksızın zaman içinde daha stabil bağlanma dayanım değerleri ölçülmüştür. Tribokimyasal silika kaplama ile hazırlanan yüzeyler, altı aylık yaşlandırmanın ardından sadece pomza uygulanan yüzeylere kıyasla daha olumlu bir etki göstermiştir.(C. Van Den Breemer et al., 2019)

Bazı yazarlara göre, pomza uygulaması ile birlikte uygulanan tribokimyasal hava kaynaklı aşındırma işlemini içeren yüzey hazırlama protokolü ve tek katmanlı IDS; etkili, tutarlı, dayanıklı ve nispeten daha az zaman alan bir IDS prosedürü olarak görünmektedir.(C. Van Den Breemer et al., 2019)

2.3. Fosforik Asit Kullanımı

Birçok çalışmada IDS uygulanan preparasyon yüzeyleri restorasyonun simantasyonundan önce çeşitli yüzey işlemlerinin kombinasyonuna tabii tutulmuştur. Tüm gruptaki yüzey hazırlama işlem protokolü olarak rezinle kaplanmış yüzeylerin pomza ve yumuşak bir fırça ile temizlendiği, ardından 50 µm alüminyum oksit ile havayla aşındırıldığı bir çalışmada bu yüzey işlemlerine ek olarak yüzeyi temizlemek amacıyla fosforik asit uygulanmıştır. (de Carvalho et al., 2021) Birçok çalışmada ise protokol olarak alkollü pamuk peletle prepasyon alanını temizlenmiş ve akabinde %37 Ortofosforik Asit uygulanmıştır.(Jayasooriya, Pereira, Nikaido, & Tagami, 2003; Toru Nikaido et al., 2003; Okuda et al., 2007; Sultana et al., 2007)

Dillenburg ve ark. çalışmalarında, IDS uygulanan yüzeylere Alüminyum Oksitle air-abrazyon, fosforik asit uygulaması ve her ikisinin birlikte uygulandığı grupları mikrogerilim bağlanma dayanımı testine tabi tutmuşlar, her ikisinin birlikte uygulandığı gruplarda en yüksek değerler elde edilmiştir ve diğer gruplardan(sadece air-abrazyon uygulanan ve sadece fosforik asit uygulanan gruplar) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek değerler elde edilmiştir. Ayrıca bu kombine kullanım olan gruplarda geçici restorasyon uygulanmayan ve yüzey işlemi uygulanmayan kontrol gruplarından sayısal olarak daha yüksek değerler elde edildi. Air-abrazyonun veya fosforik asitin tek başına kullanıldığı gruplarda kontrol gruplarından anlamlı derecede daha düşük değerler elde edildi. Kırık tipi analizinde de kontrol grupları ve kombine yüzey işlemi uygulanan gruplar benzer kırık paterni göstermişlerdir, örneklerin yarısından fazlasında koheziv kırık tipi gözlemlenmiştir. Her iki yöntemin birlikte uygulandığı gruplarda adeziv tabaka kalınlığı, sadece fosforik asit uygulanan gruplardan daha az olarak ölçüldü. Alüminyum oksitle air-abrazyonun muhtemelen adeziv tabakayı incelttiği bu gruplarda fosforik asitin önceden hibridize edilmiş tabakayla ikinci adeziv tabakanın et-

kileşimini iyileştirerek bağlanma dayanımı değerlerini artırabileceği ve kırık paterninin kontrol grubundakiler gibi çoğunlukla koheziv kırık tipi olacak şekilde etkileyebileceği öne sürülmüştür.(Dillenburg et al., 2009) Hasegawa ve ark. ve Leloup ve ark. substrat koheziv kırık oranının(dentin/kompozit yüzeyi), direkt olarak bağlanma dayanımıyla ilintili olduğunu ifade etmişlerdir. (Hasegawa et al., 1999; Leloup, D'Hoore, Bouter, Degrange, & Vreven, 2001)

Simanın bir periodontal scaler yardımıyla kaldırılıp Fosforik asit uygulanan gruplarda kontrol gruplarından daha düşük değerler elde edilmiştir. Scaler yardımıyla tüm siman artıklarının kaldırılmamış olabileceği ve bu durumun da adeziv tabakadaki siman artıklarının bağlanma dayanımını negatif etkileyebileceği düşünülmüştür. Ayrıca bu gruplarda kırık paterninin daha çok hibrit tabakasının üst kısmından olmasıyla da bu durum ilintili olduğu belirtilmiştir. Buna karşın Fosforik Asit uygulanan grupların, Air-abrazyon gruplarından daha yüksek bağlanma dayanımı göstermesi, fosforik asitin adeziv tabakaya zarar vermemesine ve adeziv tabaka kalınlığının air-abrazyon gruplarındakinden daha fazla olması ile ilişkilendirilmiştir.

IDS uygulanarak geçici restorasyon uygulanan preparasyon yüzeylerinin 10 saniye Alüminyum Oksitle air-abrazyon işlemine tabi tutulduktan sonra 15 saniye Fosforik Asit uygulanması ve akabinde yeniden adeziv ajan uygulanmasıdır.(Dillenburg et al., 2009)

Prepare edilmiş yüzeylerde IDS uygulamak daha başarılı restorasyonlar için ilk basamak durumundadır. Preparasyon yüzeyine IDS işlemini uygularken yüzeyde hava blokajı oluşturarak oksijen inhibisyon tabakasının oluşumunun önlenmesi veya polimerizasyon sonrası elimine edilmesi; kontaminasyon riskini düşürmek, ölçü materyallerinin polimerizasyonunun engellenmesi sebebiyle hatalı ölçü alınmasının önüne geçmek, geçici simanların preparasyon yüzeyine yapışması ve kontaminasyonunu önlemek gibi nedenlerle önerilir. Geçici restorasyonların simantasyonu öncesi yüzeyi vazelin benzeri ürünlerle izole etmek de örtülenmiş yüzeyin kontaminasyonu önlemek ve yapısını korumak için önerilir. Simantasyonun yapılacağı seansa ise scaler yardımıyla mekanik bir temizleme yeterli olmayacağından hava kaynaklı partikül aşındırması, pomza ile polisaj, fosforik asit uygulaması gibi işlemlerle IDS uygulanmış yüzeyin temizlenmesi önerilmektedir.

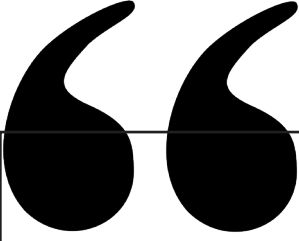
KAYNAKÇA

- Abdou, A., Takahashi, R., Saad, A., Nozaki, K., Nikaido, T., & Tagami, J. (2021). Influence of resin-coating on bond strength of resin cements to dentin and CAD/CAM resin block in single-visit and multiple-visit treatment. *Dental materials journal*, 40(3), 674-682.
- Amaral, R., Özcan, M., Valandro, L. F., Balducci, I., & Bottino, M. A. (2008). Effect of conditioning methods on the microtensile bond strength of phosphate monomer-based cement on zirconia ceramic in dry and aged conditions. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 85(1), 1-9.
- Chavesa, P., Giannini, M., & Ambrosano, G. M. B. (2002). Influence of smear layer pretreatments on bond strength to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 4(3).
- Christensen, G. J. (2000). Resin cements and postoperative sensitivity. *The Journal of the American Dental Association*, 131(8), 1197-1199.
- Dagostin, A., & Ferrari, M. (2002). Effect of resins sealing of dentin on the bond strength of ceramic restorations. *Dental materials*, 18(4), 304-310.
- de Carvalho, M. A., Lazari-Carvalho, P. C., Polonial, I. F., de Souza, J. B., & Magne, P. (2021). Significance of immediate dentin sealing and flowable resin coating reinforcement for unfilled/lightly filled adhesive systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(1), 88-98.
- Dietschi, D., & Herzfeld, D. (1998). In vitro evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. *European journal of oral sciences*, 106(6).
- Dietschi, D., Monasevic, M., Krejci, I., & Davidson, C. (2002). Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. *Journal of Dentistry*, 30(5-6), 259-269.
- Dietschi, D., & Spreafico, R. (1998). Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry*, 10, 47-54.
- Dillenburg, A. L., Soares, C. G., Paranhos, M., Spohr, A. M., Loguercio, A. D., & BURNETT-JÚNIOR, L. (2009). Microtensile bond strength of prehybridized dentin: storage time and surface treatment effects. *The journal of adhesive dentistry*.
- Duarte Jr, S., de Freitas, C. R. B., Saad, J. R. C., & Sadan, A. (2009). The effect of immediate dentin sealing on the marginal adaptation and bond strengths of total-etch and self-etch adhesives. *The Journal of prosthetic dentistry*, 102(1), 1-9.
- Edelhoff, D., & Sorensen, J. A. (2002). Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*, 87(5), 503-509.

- ER RE, S. J., Kramer, N., & Petschelt, A. (1999). Dentin bond strength and marginal adaptation: direct composite resins vs ceramic inlays. *Oper Dent*, 24, 147-155.
- Falkensammer, F., Arnetzl, G. V., Wildburger, A., Krall, C., & Freudenthaler, J. (2014). Influence of different conditioning methods on immediate and delayed dentin sealing. *The Journal of prosthetic dentistry*, 112(2), 204-210.
- Feitosa, V. P., Medina, A. D. C., Puppim-Rontani, R. M., Correr-Sobrinho, L., & Sinhorette, M. A. C. (2010). Effect of resin coat technique on bond strength of indirect restorations after thermal and load cycling. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 51(3), 111-118.
- Fonseca, R. B., Martins, L. R. M., Quagliatto, P. S., & Soares, C. J. (2005). Influence of provisional cements on ultimate bond strength of indirect composite restorations to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 7(3).
- Hasegawa, T., Itoh, K., Koike, T., Yukitani, W., Hisamitsu, H., Wakumoto, S., & Fujishima, A. (1999). Effect of mechanical properties of resin composites on the efficacy of the dentin bonding system. *Operative dentistry*, 24, 323-330.
- Jayasooriya, P. R., Pereira, P., Nikaido, T., Burrow, M. F., & Tagami, J. (2003). The effect of a "resin coating" on the interfacial adaptation of composite inlays. *Operative dentistry*, 28(1), 28-35.
- Jayasooriya, P. R., Pereira, P. N., Nikaido, T., & Tagami, J. (2003). Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15(2), 105-113.
- Johnson, G. H., Hazelton, L. R., Bales, D. J., & Lepe, X. (2004). The effect of a resin-based sealer on crown retention for three types of cement. *The Journal of prosthetic dentistry*, 91(5), 428-435.
- Lee, J.-I., & Park, S. (2009). The effect of three variables on shear bond strength when luting a resin inlay to dentin. *Operative dentistry*, 34(3), 288-292.
- Leloup, G., D'Hoore, W., Bouter, D., Degrange, M., & Vreven, J. (2001). Concise review biomaterials & bioengineering: Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence. *Journal of Dental Research*, 80(7), 1605-1614.
- Magne, P. (2014). IDS: Immediate Dentin Sealing (IDS) for tooth preparations. *J Adhes Dent*, 16(6), 594.
- Magne, P., & Douglas, W. H. (1999). Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. *International Journal of Prosthodontics*, 12(2).
- Magne, P., Kim, T. H., Cascione, D., & Donovan, T. E. (2005). Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 94(6), 511-519.
- Magne, P., & Nielsen, B. (2009). Interactions between impression materials and immediate dentin sealing. *The Journal of prosthetic dentistry*, 102(5), 298-305.
- Magne, P., Paranhos, M. P., Hehn, J., Oderich, E., & Boff, L. L. (2011). Selective masking for thin indirect restorations: Can the use of opaque resin affect the den-

- tine bond strength of immediately sealed preparations? *Journal of Dentistry*, 39(10), 707-709.
- Magne, P., Perroud, R., Hodge, J. S., & Belser, U. C. (2000). Clinical performance of novel-design porcelain veneers for the recovery of coronal volume and length. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 20(5).
- Magne, P., So, W.-S., & Cascione, D. (2007). Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *The Journal of prosthetic dentistry*, 98(3), 166-174.
- McCabe, J., & Rusby, S. (1994). Dentine bonding--the effect of pre-curing the bonding resin. *British dental journal*, 176(9), 333-336.
- Nikaido, T., Cho, E., Nakajima, M., Tashiro, H., Toba, S., Burrow, M. F., & Tagami, J. (2003). Tensile bond strengths of resin cements to bovine dentin using resin coating. *American Journal of Dentistry*, 16, 41A-46A.
- Nikaido, T., Koh, Y., Satoh, M., Takakura, H., Inokoshi, S., Takatsu, T., & Hosoda, H. (1993). Effect of temporary filling materials on adhesion of dual cured resin cement to low viscosity resin. *J Jpn Dent Mater*, 12, 655-661.
- Okuda, M., Nikaido, T., Maruoka, R., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2007). Microtensile bond strengths to cavity floor dentin in indirect composite restorations using resin coating. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19(1), 38-46.
- Özcan, M., Barbosa, S. H., Melo, R. M., Galhano, G. A. P., & Bottino, M. A. (2007). Effect of surface conditioning methods on the microtensile bond strength of resin composite to composite after aging conditions. *Dental materials*, 23(10), 1276-1282.
- Park, J. W., & Ferracane, J. L. (2005). Measuring the residual stress in dental composites using a ring slitting method. *Dental materials*, 21(9), 882-889.
- Pashley, E., Comer, R., Simpson, M., Horner, J., Pashley, D., & Caughman, W. (1992). Dentin permeability: sealing the dentin in crown preparations. *Operative dentistry*, 17(1), 13-20.
- Qanungo, A., Aras, M. A., Chitre, V., Mysore, A., Amin, B., & Daswani, S. R. (2016). Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations. *Journal of prosthodontic research*, 60(4), 240-249.
- Radovic, I., Monticelli, F., Goracci, C., Cury, A. H., Coniglio, I., Vulicevic, Z. R., . . . Ferrari, M. (2007). The effect of sandblasting on adhesion of a dual-cured resin composite to methacrylic fiber posts: microtensile bond strength and SEM evaluation. *Journal of Dentistry*, 35(6), 496-502.
- Ribeiro, J. C., Coelho, P. G., Janal, M. N., Silva, N. R., Monteiro, A. J., & Fernandes, C. A. (2011). The influence of temporary cements on dental adhesive systems for luting cementation. *Journal of Dentistry*, 39(3), 255-262.
- Rosin, C., Arana-Chavez, V. E., Garone Netto, N., & Luz, M. A. A. d. C. (2005). Effects of cleaning agents on bond strength to dentin. *Brazilian oral research*, 19, 127-133.

- Santos, M., Bapoo, H., Rizkalla, A., & Santos Jr, G. (2011). Effect of dentin-cleaning techniques on the shear bond strength of self-adhesive resin luting cement to dentin. *Operative dentistry*, 36(5), 512-520.
- Soares, C., Pereira, J., Souza, S., Menezes, M., & Armstrong, S. (2012). The effect of prophylaxis method on microtensile bond strength of indirect restorations to dentin. *Operative dentistry*, 37(6), 602-609.
- Stavridakis, M. M., Krejci, I., & Magne, P. (2005). Immediate dentin sealing of onlay preparations: thickness of pre-cured Dentin Bonding Agent and effect of surface cleaning. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON*-, 30(6), 747.
- Sultana, S., Nikaido, T., Matin, K., Ogata, M., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2007). Effect of resin coating on dentin bonding of resin cement in Class II cavities. *Dental materials journal*, 26(4), 506-513.
- Van Den Breemer, C., Özcan, M., Cune, M., Ayres, A. A., Van Meerbeek, B., & Gresnigt, M. (2019). Effect of immediate dentin sealing and surface conditioning on the microtensile bond strength of resin-based composite to dentin. *Operative dentistry*, 44(6), E289-E298.
- van den Breemer, C. R., Özcan, M., Pols, M. R., Postema, A. R., Cune, M. S., & Gresnigt, M. M. (2019). Adhesion of resin cement to dentin: effects of adhesive promoters, immediate dentin sealing strategies, and surface conditioning. *The international journal of esthetic dentistry*, 14(1), 52-63.
- Vasconcellos, W. A., Alvim, H. H., Saad, J., & Susin, A. H. (2007). Effects of surface treatment on the microtensile bond strength of ceramic materials to dentin. *Acta Odontologica Latinoamericana: AOL*, 20(2), 103-107.



Bölüm 2

DIŞ HEKİMLİĞİNDE BEYAZLATMA TEDAVİLERİNİN MEKANİZMASI

Sevim ATILAN YAVUZ¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi

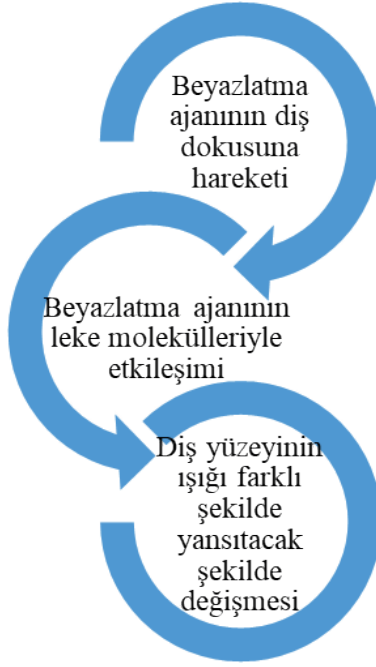
Mersin Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı,
Mersin, Türkiye, 0000-0002-6192-4931

GİRİŞ

Diş beyazlatma olan talep, beyaz dişlerle gülümsemenin hayal edip arzulamasıyla on yıldan uzun süredir artmaktadır. Beyazlatma tedavisi, artık yaygın yapılan bir tedavi olmakla birlikte diş hekimi gözetimi veya onayı altında yapıldığında güvenli ve etkili olduğu kanıtlanmıştır (ÇELİK, 2017). Ayrıca, pek çok diş hekimi diş beyazlatmayı kliniklerinde mevcut ek estetik tedavileri desteklemek için de bir araç olarak kullanmaktadır (Kihn, 2007).

Diş beyazlatma pazarındaki muazzam büyümeye rağmen, beyazlatma tedavisi sürecinin altında yatan temel mekanizma tam olarak açıklanamamıştır. Diş yapıları içindeki kromojen adı verilen olan genellikle konjuge çift bağlar içeren organik bileşikler dişlerde renklenmelere sebebiyet vermektedir (Alkahtani, Stone, German, & Waterhouse, 2020). Bir kromojenin parçalanması nedeniyle renk bozulmasının meydana gelebileceği ve bir veya daha fazla karbon çift bağın yıkımının muhtemelen söz konusu olduğu bilinmektedir (Kikly, Jaâfoura, & Sahtout, 2019). Bu nedenle, beyazlatma mekanizmasına ilişkin baskın teori, kromojen moleküllerinin renksiz bileşiklere oksitlendiğidir (S. R. Kwon & Wertz, 2015).

Diş renginin algılanmasında değişikliğe yol açan mekanizma üç ayrı faza ayrılabilir (Şekil 1): birincisi, beyazlatma ajanının diş yapısına hareketi; ikincisi, beyazlatma ajanının leke molekülleriyle etkileşimi; ve üçüncüsü, diş yüzeyinin ışığı farklı şekilde yansıtacak şekilde değişmesi. Bu olaylar dizisinin sonucunda, dişin son rengi elde edilecektir. İdeal olarak, beyazlatma prosedürleri beyazlatmayı optimize edecek ve aynı zamanda diş ve çevre dokularda sebep olabileceği eş zamanlı hasarı en aza indirecektir (S. R. Kwon & Wertz, 2015).



Şekil 1. Diş renginin algılanmasında değişikliğe yol açan mekanizmanın üç ayrı fazı

BEYAZLATMA AJANLARI

Renklenmiş dişlerin beyazlatılması için ideal ajan arayışı 1800’lerde başladı. O zamanlar, beyazlatma için kullanılan tüm ajanlar diş hekiminin muayenehanesinde karıştırılıyordu ve sadece kromojen molekülleri üzerinde değil aynı zamanda dişin organik kısmı üzerine de etki eden doğrudan veya dolaylı oksitleyici ajanlardan oluşuyordu (Van B Haywood, 1992). Kullanılan beyazlatma ajanlarının çeşitliliği, renklenmenin çeşitli doğasını yansıtır: oksalik asit, pulpa nekrozu ve kanama ile ilişkili demir lekelerinin giderilmesi için kullanılıyordu; Klor, amalgam bazlı restorasyon sürecinde oluşan gümüş ve bakır lekeleri için endikeydi (Kirk, 1889); ve potasyum siyanür, metalik restorasyonlardan kaynaklanan en dirençli lekeleri çıkarmak için kullanılıyordu, ancak bu uygulamalar, son derece zararlı etkileri nedeniyle artık önerilmemektedir (Barker, 1861). 1884’te Harlan, hidrojen peroksit (HP) kullanımına ilişkin ilk raporu yayınladı (Zaragoza, 1984). Günümüzde çok çeşitli beyazlatma ürünleri mevcut olsa da, çoğu beyazlatma ajanında HP aktif maddedir (Dahl & Pallesen, 2003). HP doğrudan uygulanabilir veya sodyum perborat ve karbamid peroksitten (KP) kimyasal reaksiyonla üretilmektedir (O’Neil, 2013). Beyazlatma tedavilerinde yaygın kullanılan ajanlar ve özellikleri Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Beyazlatma tedavilerinde yaygın kullanılan ajanlar ve özellikleri

Beyazlatma Ajanı	Kimyasal Formül	Etki Modu
Hidrojen Peroksit	H_2O_2	Oksidasyon
Karbamid Peroksit	$CH_6N_3O_3$	Oksidasyon
Sodyum Perborat	$NaBO_3$	Oksidasyon

Hidrojen Peroksit (HP- H_2O_2): HP renksiz bir sıvıdır, viskozitesi sudan daha fazladır (KAYALIDERE & DÖRTER, 2020). Düşük molekül ağırlığı nedeniyle dentine nüfuz edebilir, oksijeni serbestleştirerek dentin tübüllerinin içindeki organik ve inorganik bileşiklerin karbon çift bağlarını kırar (Seghi & Denry, 1992). Beyazlatma tedavilerinde, HP %5 ile %35 arasında değişen konsantrasyonlarda kullanılmaktadır (Plotino, Buono, Grande, Pameijer, & Somma, 2008). Güçlü bir oksitleyici madde olarak etki ederek reaktif oksijen molekülleri ve HP anyonları üretir. HP, vücudun normal işlevi sırasında doğal olarak üretilir, kontrol edilir, kullanılır ve yok edilir (RA, 1991).

Karbamid Peroksit (KP): KP, suyla temas ettiğinde oksijen salan beyaz kristal bir katıdır (King, 2005). Beyazlatma tedavilerinde kullanılan konsantrasyonları %10 ile %35 arasındadır. %10'luk bir KP çözeltisi %3,35 HP ve %6,65 üreye parçalandığı bilinmektedir (Fasanaro, 1992). Üre daha sonra amonyak ve suya parçalanır, bu da çözeltinin pH'sını arttırma eğiliminde olduğu için bazı yararlı etkiler sağlayabilir (Van Benjamin Haywood, 1991). Ayrıca, üre diş beyazlatmanın etkinliğini etkileyebilecek proteolitik özelliklere sahiptir (Arends, Jongebloed, Goldberg, & Schuthof, 1984). KP bazlı ajanlar genellikle karbopol veya gliserin içerir. Karbopol, HP salınımını yavaşlatarak beyazlatma ajanlarının daha uzun bir süre boyunca etki etmesini sağlamaktadır (Matis, 2000).

Sodyum Perborat: Sodyum perborat, toz halinde bulunan beyaz, kokusuz ve suda çözünen bir kimyasal bileşiktir (King, 2005). 1907'den beri özellikle çamaşır tozlarında ve diğer deterjanlarda oksitleyici ve beyazlatıcı madde olarak kullanılmaktadır (Attin, Paque, Ajam, & Lennon, 2003). Kuru haldeyken stabil olmasına rağmen asit, sıcak hava veya su ile temasında sodyum metaborat, HP ve oksijene parçalanır (Plotino et al., 2008). Sodyum perborat, oksijen içeriği bakımından farklılık gösteren ve buna bağlı olarak farklı beyazlatma etkinliğine sahip monohidrat, trihidrat ve tetrahidrat gibi çeşitli formlarda bulunur (Weiger, Kuhn, & Löst, 1994). Sodyum perborat ve damıtılmış su karışımı (2 g/1 mL), %16,3'lük HP'in etkisine eşdeğer bir etkiye sahiptir (Wiegand, Drebenstedt, Roos, Magalhães, & Attin, 2008).

Diş beyazlatma mekanizması, HP'nin mine ve dentinin içine nüfuz ederek organik yapılı kromojen molekülleriyle etkileşime girdiği varsayımına dayanır. Diş sert dokularının sıvılara karşı oldukça geçirgen olduğu ve mi-

ne-dentin kompleksinde en büyük sıvı akışının interprizmatik boşluklarda ve dentin tübüllerinde olduğu iyi bilinmektedir (S. Kwon, Wertz, Li, & Chan, 2012; Pashley, 1996). Bu nedenle, mine ve dentinin yarı geçirgen zarlar gibi davranması ve HP'nin Fick'in ikinci difüzyon yasasına göre hareket etmesine izin vermesi beklenir. Bu yasa, bir molekülün difüzyonunun yüzey alanı, difüzyon katsayısı ve konsantrasyonla orantılı olduğunu ve difüzyon mesafesiyle ters orantılı olduğunu açıklamaktadır (Kalia & Guy, 2001).

Peroksit bazlı diş beyazlatma uygulaması 1800'lü yıllarda ortaya çıkmış olmasına rağmen, HP'nin pulpaya penetrasyonu ilk kez 1987 yılında tespit edilmiştir (Bowles & Ugwuneri, 1987). Genel olarak HP penetrasyonunu yüksek HP konsantrasyonu (Gökay, Müjdecı, & Algın, 2004), uygulama süresinin uzunluğu (Rotstein, Torek, & Lewinstein, 1991), sıcaklığın artması (Bowles & Ugwuneri, 1987), özellikle genç dişlerde dentin tübüllerinin açıklık boyutu (Camps, de Franceschi, Idir, Roland, & About, 2007), asitle aşındırma veya restorasyonlar nedeniyle diş yapısındaki değişiklikler (Camps, Pommel, & Aubut, 2010), ve ışık aktivasyonu (Camargo, Cardoso, Valera, de Araújo, & Kojima, 2009) gibi parametrelerin etkilediği bilinmektedir.

Beyazlatma tedavilerinde uygulanan ajan yenilenmediğinde bile HP difüzyon dinamiklerinin uzun bir süre boyunca sabit kaldığı gözlemlenmiştir (S. R. Kwon, Wertz, Dawson, Cobb, & Denehy, 2013; Marson et al., 2015). Ayrıca, kimyasal aktivatörlerin dahil edilmesi, diş yapısı içindeki HP moleküllerinin tükenmesine atfedilen penetrasyonda bir azalma ile ilişkili olmasına rağmen, önemli ölçüde artırılmış beyazlatma etkinliği ile sonuçlanmıştır (Torres, Wiegand, Sener, & Attin, 2010).

HP difüzyon sırasında yalnızca kromojenlerle değil aynı zamanda sağlam diş yapısıyla da etkileşime girmektedir. Bu nedenle, optimum konsantrasyon ve uygulama sürelerini, HP'nin pulpaya penetrasyonunu en aza indirerek beyazlatma etkinliğini tehlikeye atmayan süreleri belirlemek klinik pratikte oldukça önemlidir.

ETKİLEŞİM

Geleneksel olarak, diş beyazlatma mekanizması, esas olarak HP'nin diş içindeki organik kromojenlerle etkileşimine dayanan "kromojen teorisi" ile ifade edilmektedir. Organik kromojenler, elektron açısından zengin alanlara sahip renkli moleküllerdir (McNaught & Wilkinson, 1997). Reaktif oksijen türleri dişin renklenmesine sebep olan moleküllerle karşılaştığında, karbon zincirlerini karbon bağları gibi daha basit yapılara dönüştürür veya renklenmenin görünümünü azaltacak şekilde optik özelliklerini değiştirir (ÇELİK, 2017). Bu bir dizi reaksiyonlar ayrıca kromojenlerden hem daha polar hem de daha düşük molekül ağırlığına sahip son ürünler verecektir.

Beyazlatma ajanlarının kromojenlerle nasıl etkileşime girdiği henüz tam belirlenmese de, kimyasal oksidasyonun söz konusu olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle pH, kimyasal aktivatörler, sıcaklık ve çeşitli dalga boylarında ışık aktivasyonunun etkinliğini bilmek önemlidir (Young, Fairley, Mohan, & Jumeaux, 2012). Dahası, kopan kimyasal bağın türüne bağlı olarak, HP bir dizi reaktif oksijen türünün oluşmasına yol açabilmektedir. HP'den üretilen reaktif oksijen türleri, pH ve metal katyonlarının varlığı gibi faktörlere bağlıdır (RA, 1991). Bu tür kimyasal reaksiyonlar biyolojik membranlara zarar verebilmekte, ancak aynı zamanda renklenmeye sebep olan moleküllerin de bozulmasına neden olabilmektedir.

Diş minesini vücudun en yüksek oranda mineralize olmuş ve en sert dokusudur. Ağırlıkça yaklaşık %96 mineral, %3 su ve %1 organik maddeden oluşur. Mine arayüzü, uygun mineral dengesini korumak için biyofilmlerle sürekli dinamik iyon değişimine uğrar (Hegedüs, Bistey, Flora-Nagy, Keszthelyi, & Jenei, 1999). Dentin, ağırlıkça %70 mineral, %20 organik matris ve %10 sudur. Dentinin mineral bileşeni, küçük plakalar şeklinde dizilmiş hidroksiapatitten oluşurken, organik matrisin %90'ı kolajendir ve küçük yüzdelerde çeşitli kolajen olmayan matris proteinleri ve lipitleri içermektedir (Nanci, 2007). İdeal olarak, diş penetrasyonu süreci boyunca, HP'nin oksitleyici etkisi organik kromojenlerle sınırlı olmalıdır. Ancak literatür taraması HP'nin hem mine hem de dentinin organik ve inorganik bileşenleriyle önemli ölçüde etkileşime girdiğini göstermektedir. HP, mineye esas olarak mine proteinleriyle dolu olan prizmatik boşluklara girerek nüfuz eder. Mineralize inorganik faz organik fazdan çok daha kompakt olduğundan hidroksiapatit kristalleri boyunca penetrasyon ve onlarla etkileşim çok daha düşüktür (Hegedüs et al., 1999).

HP'nin diş yapısıyla etkileşime girdiğini öne süren mine ve dentinin inorganik kimyasal bileşimindeki değişim, iyon seçici elektrot problemleri, FT-Raman spektroskopisi ve taramalı elektron mikroskopu (SEM), enerji dağıtıcı X-ışını spektrometresi ve mikrobilgisayarlı tomografinin bir kombinasyonu kullanılarak kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Peroksit bazlı malzemelerle ilgili birçok çalışma, bu ajanların mine ve dentinin kimyasını klinik açıdan önemli ölçüde etkilemediğini veya florür veya kalsiyum ilavesiyle önlenebileceğini göstermiş olmasına rağmen (Cavalli et al., 2011; McCracken & Haywood, 1996), birçok başka çalışma, hidroksiapatitin inorganik bileşenlerinin değiştiğini gösteren kalsiyum/fosfat oranında önemli değişiklikler olduğunu belirtmiştir (Al-Salehi, Wood, & Hatton, 2007; Berger et al., 2010).

YÜZEY DEĞİŞİKLİĞİ VE RENK

Dişin renginin algılanması, aydınlatma koşulları, görüntülenen nesne ve gözlemci gibi pek çok faktörden etkilenir. Bu üç bileşenin dinamikleri göz önüne alındığında, diş rengini doğru bir şekilde kaydetmek son derece zor-

dur, içsel ve dışsal renklenmeler de hesaba katıldığında özellikle mineralize dokuların karmaşık optik özellikleri oldukça değişken olmaktadır (Joiner, 2004; Watts & Addy, 2001). Parlaklık, opaklık ve yarı saydamlık gibi optik özellikler ve ayrıca metamerizm, opalesans ve floresans gibi optik fenomenler, renk algılama sürecinin karmaşıklığına katkıda bulunmaktadır (Joiner, 2004). Doğal diş rengi, dentin hacminden yarı saydam mine tabakasına kadar olan yansımaya atfedilmektedir. İnsan gözü yalnızca yansıyan ışığı algılayabilir (Paravina & Powers, 2004).

Dentinin diş rengini belirlemede baskın bir faktör olması, diş beyazlatma mekanizmasını ele alırken de önem teşkil etmektedir. Beyazlatma sırasında diş rengindeki genel değişime mine ve dentinin ayrı katkılarına değerlendiren birkaç çalışma, genel değişimin yüzey altı dentindeki değişimden büyük ölçüde etkilendiği sonucuna varmıştır (S. R. Kwon, Wang, Oyoyo, & Li, 2013; Wiegand, Vollmer, Foitzik, Attin, & Attin, 2005). Ancak, diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlar, minenin genel renk değişimine katkısının önemini vurgulamış ve bu katkının esas olarak minenin yarı saydamlığındaki azalmadan ve dolayısıyla alttaki dentinin renginin maskelenmesinden kaynaklandığını ileri sürülmüştür (Ma et al., 2009; Ma et al., 2011).

Minenin yarı saydamlığındaki değişim, deproteinizasyon, demineralizasyon ve oksidasyon yoluyla en yüzeysel minenin mikromorfolojik değişimlerine atfedilmiştir (Eimar et al., 2012; Ma et al., 2009; Ma et al., 2011). Diş beyazlatma ile ilgili yüzey değişimleri SEM, profilometre ve atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile kapsamlı bir şekilde araştırılmış olmasına ve birçok çalışma beyazlatmanın yüzey topografisi üzerinde hiçbir etkisi olmadığını gösterse de (White, Kozak, Zoladz, Duschner, & Götz, 2003) bu durumun aksine yüzey topografisinde önemli değişimlerin belgelendiği de birçok çalışma vardır (de Freitas et al., 2010; McGuckin, Babin, & Meyer, 1992).

Pürüzlü veya kaba bir yüzeyin daha dağınık yansımaya yol açarak nesneyi daha parlak hale getirdiği, pürüzsüz bir yüzeyin ise daha speküler yansımaya yol açtığı ve küçük yapılarıdaki opal etkiler nedeniyle mavimsi beyaz olarak yansıtılan kısa dalga boylarının artan geri saçılmasının dişlerin ışık saçılmasında önemli bir rol oynadığı iyi bilinmektedir (Joiner, 2004). Yüzey pürüzlülüğünde beyazlatma sonrası bir artış beklenmese de, mevcut olduğunda yansıma spektrumlarında artışa ve dolayısıyla dijital olarak rengin okunmasında iyileşmeye yol açabilir (Grundlingh, Grossman, Shrivastava, & Witcomb, 2013; Y. Kwon, Huo, Kim, Kim, & Kim, 2002).

SONUÇ

Görünüş odaklı toplumdaki hastalardan, anında beyazlatma sonuçlarına olan yüksek taleple birlikte, diş beyazlatma ürünleri giderek daha da yaygın ve çeşitli hale gelmektedir. Bu eğilime ayak uydurmak ve yenilikçi beyazlatma

teknolojilerinin geliştirilmesi için sağlam bir temel sağlamak amacıyla, diş beyazlatmanın mekanizması daha da önemli hale gelmiştir.

Ancak diş beyazlatmanın altında yatan mekanizmanın karmaşık bir olgu olduğu kanıtlanmış ve artan açıklığa ve azalan kroma doğru renk değişiminin nihai sonucuna yol açan mekanizmanın ayrıntılarını tam olarak entegre eden bir model geliştirilmemiştir.

Sonuç olarak, HP'nin mine ve dentinin tüm bileşenleriyle etkileşime girme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu etkileşimin klinik önemi ve diş beyazlatma ile ilişkisi gelecekteki çalışmalarla detaylandırılmalıdır. Amerikan Diş Hekimleri Birliği (ADA) tarafından önerildiği gibi diş sağlığı profesyonelleri tarafından dikkatli izleme ve denetimin başarılı ve güvenli bir diş beyazlatma sonucu elde etmek için kritik öneme sahip olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

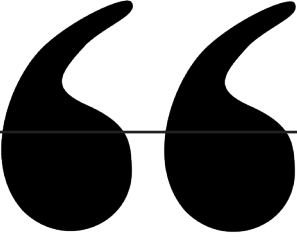
- Al-Salehi, S., Wood, D., & Hatton, P. (2007). The effect of 24 h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *Journal of dentistry*, 35(11), 845-850.
- Alkahtani, R., Stone, S., German, M., & Waterhouse, P. (2020). A review on dental whitening. *Journal of dentistry*, 100, 103423.
- Arends, J., Jongebloed, W., Goldberg, M., & Schuthof, J. (1984). Interaction of urea and human enamel. *Caries Research*, 18(1), 17-24.
- Attin, T., Paque, F., Ajam, F., & Lennon, A. (2003). Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *International endodontic journal*, 36(5), 313-329.
- Barker, G. (1861). The causes and treatment of discolored teeth. *Dent Cosmos*, 3(3), 305-311.
- Berger, S. B., Cavalli, V., Martin, A. A., Soares, L. E. S., Arruda, M. A. Z., Brancalion, M. L., & Giannini, M. (2010). Effects of combined use of light irradiation and 35% hydrogen peroxide for dental bleaching on human enamel mineral content. *Photomedicine and laser surgery*, 28(4), 533-538.
- Bowles, W. H., & Ugwuneri, Z. (1987). Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *Journal of endodontics*, 13(8), 375-377.
- Camargo, S. E. A., Cardoso, P. E., Valera, M. C., de Araújo, M. A. M., & Kojima, A. N. (2009). Penetration of 35% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine teeth after LED or Nd: YAG laser activation. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 4(1).
- Camps, J., de Franceschi, H., Idir, F., Roland, C., & About, I. (2007). Time-course diffusion of hydrogen peroxide through human dentin: clinical significance for young tooth internal bleaching. *Journal of endodontics*, 33(4), 455-459.
- Camps, J., Pommel, L., & Aubut, V. (2010). Influence of acid etching on hydrogen peroxide diffusion through human dentin. *American Journal of Dentistry*, 23(3), 168-170.
- Cavalli, V., Rodrigues, L. K. A., Paes-Leme, A. F., Soares, L. E. S., Martin, A. A., Berger, S. B., & Giannini, M. (2011). Effects of the addition of fluoride and calcium to low-concentrated carbamide peroxide agents on the enamel surface and sub-surface. *Photomedicine and laser surgery*, 29(5), 319-325.
- ÇELİK, Ç. (2017). Diş Renklenmelerinin Tedavisi. *Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics*, 3(2), 104-112.
- Dahl, J., & Pallesen, U. (2003). Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14(4), 292-304.
- de Freitas, A. C. P., Espejo, L. C., Botta, S. B., de Sa Teixeira, F., Luz, M. A. A. C.,

- Garone-Netto, N., . . . da Silveira Salvadori, M. C. B. (2010). AFM analysis of bleaching effects on dental enamel microtopography. *Applied Surface Science*, 256(9), 2915-2919.
- Eimar, H., Siciliano, R., Abdallah, M.-N., Abi Nader, S., Amin, W. M., Martinez, P.-P., . . . Tamimi, F. (2012). Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *Journal of dentistry*, 40, e25-e33.
- Fasanaro, T. S. (1992). Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 4(3), 71-78.
- Gökay, O., Müjdecı, A., & Algın, E. (2004). Peroxide penetration into the pulp from whitening strips. *Journal of endodontics*, 30(12), 887-889.
- Grundlingh, A., Grossman, E., Shrivastava, S., & Witcomb, M. (2013). Visual and digital comparative tooth colour assessment methods and atomic force microscopy surface roughness: scientific. *South African Dental Journal*, 68(9), 412-421.
- Haywood, V. B. (1991). Overview and status of mouthguard bleaching. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 3(5), 157-161.
- Haywood, V. B. (1992). History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence int*, 23(7), 471-488.
- Hegedüs, C., Bistey, T., Flora-Nagy, E., Keszthelyi, G., & Jenei, A. (1999). An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *Journal of dentistry*, 27(7), 509-515.
- Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of dentistry*, 32, 3-12.
- Kalia, Y. N., & Guy, R. H. (2001). Modeling transdermal drug release. *Advanced drug delivery reviews*, 48(2-3), 159-172.
- KAYALIDERE, E. E., & DÖRTER, C. (2020). Ofis Tipi Diş Beyazlatma. *Türkiye Klinikleri Restorative Dentistry-Special Topics*, 6(1), 15-21.
- Kihn, P. W. (2007). Vital tooth whitening. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 319-331.
- Kikly, A., Jaâfoura, S., & Sahtout, S. (2019). Vital laser-activated teeth bleaching and postoperative sensitivity: A systematic review. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 31(5), 441-450.
- King, R. B. (2005). *Encyclopedia of inorganic chemistry (Vol. 10)*: Wiley Online Library.
- Kirk, E. (1889). The chemical bleaching of teeth. *Dent Cosmos*, 31, 273-283.
- Kwon, S., Wertz, P., Li, Y., & Chan, D. (2012). Penetration pattern of rhodamine dyes into enamel and dentin: confocal laser microscopy observation. *International journal of cosmetic science*, 34(1), 97-101.
- Kwon, S. R., Wang, J., Oyoyo, U., & Li, Y. (2013). Evaluation of bleaching efficacy and erosion potential of four different over-the-counter bleaching products. *Ame-*

ican Journal of Dentistry, 26(6), 356-360.

- Kwon, S. R., Wertz, P., Dawson, D., Cobb, D., & Denehy, G. (2013). The relationship of hydrogen peroxide exposure protocol to bleaching efficacy. *Operative Dentistry*, 38(2), 177-185.
- Kwon, S. R., & Wertz, P. W. (2015). Review of the mechanism of tooth whitening. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 27(5), 240-257.
- Kwon, Y., Huo, M., Kim, K., Kim, S., & Kim, Y. (2002). Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. *Journal of Oral Rehabilitation*, 29(5), 473-477.
- Ma, X., Jiang, T., Sun, L., Wang, Z., Zhou, Y., & Wang, Y. (2009). Effects of tooth bleaching on the color and translucency properties of enamel. *American Journal of Dentistry*, 22(6), 324-328.
- Ma, X., Li, R., Sa, Y., Liang, S., Sun, L., Jiang, T., & Wang, Y. (2011). Separate contribution of enamel and dentine to overall tooth colour change in tooth bleaching. *Journal of dentistry*, 39(11), 739-745.
- Marson, F. C., Gonçalves, R., Silva, C., Cintra, L., Pascotto, R., Santos, P. d., & Briso, A. (2015). Penetration of hydrogen peroxide and degradation rate of different bleaching products. *Operative Dentistry*, 40(1), 72-79.
- Matis, B. (2000). Degradation of gel in tray whitening. *Compendium of Continuing Education in dentistry*.(Jamesburg, NJ: 1995). Supplement(28), S28, S31-25; quiz S49.
- McCracken, M. S., & Haywood, V. B. (1996). Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *Journal of dentistry*, 24(6), 395-398.
- McGuckin, R. S., Babin, J., & Meyer, B. (1992). Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. *The Journal of prosthetic dentistry*, 68(5), 754-760.
- McNaught, A. D., & Wilkinson, A. (1997). *Compendium of chemical terminology* (Vol. 1669): Blackwell Science Oxford.
- Nanci, A. (2007). *Ten cate's oral histology-pageburst on vitalsource: development, structure, and function: Elsevier Health Sciences*.
- O'Neil, M. J. (2013). *The Merck index: an encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals: RSC Publishing*.
- Paravina, R. D., & Powers, J. M. (2004). *Esthetic color training in dentistry. (No Title)*.
- Pashley, D. H. (1996). Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 7(2), 104-133.
- Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H., & Somma, F. (2008). Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *Journal of endodontics*, 34(4), 394-407.
- RA, F. (1991). Chemical, optical, and physiologic mechanism of bleaching products: A review. *Pract Periodontics Aesthet Dent*, 3, 32-36.

- Rotstein, I., Torek, Y., & Lewinstein, I. (1991). Effect of bleaching time and temperature on the radicular penetration of hydrogen peroxide. *Dental traumatology*, 7(5), 196-198.
- Seghi, R., & Denry, I. (1992). Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *Journal of Dental Research*, 71(6), 1340-1344.
- Torres, C. R. G., Wiegand, A., Sener, B., & Attin, T. (2010). Influence of chemical activation of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on its penetration and efficacy—In vitro study. *Journal of dentistry*, 38(10), 838-846.
- Watts, A., & Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6).
- Weiger, R., Kuhn, A., & Löst, C. (1994). In vitro comparison of various types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discolored teeth. *Journal of endodontics*, 20(7), 338-341.
- White, D. J., Kozak, K. M., Zoladz, J. R., Duschner, H. J., & Götz, H. (2003). Effects of Crest Whitestrips bleaching on surface morphology and fracture susceptibility of teeth in vitro. *The Journal of clinical dentistry*, 14(4), 82-87.
- Wiegand, A., Drebenstedt, S., Roos, M., Magalhães, A. C., & Attin, T. (2008). 12-Month color stability of enamel, dentine, and enamel-dentine samples after bleaching. *Clinical Oral Investigations*, 12, 303-310.
- Wiegand, A., Vollmer, D., Foitzik, M., Attin, R., & Attin, T. (2005). Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clinical Oral Investigations*, 9, 91-97.
- Young, N., Fairley, P., Mohan, V., & Jumeaux, C. (2012). A study of hydrogen peroxide chemistry and photochemistry in tea stain solution with relevance to clinical tooth whitening. *Journal of dentistry*, 40, e11-e16.
- Zaragoza, V. (1984). Bleaching of vital teeth: technique. *Estomodeo*, 9, 7-30.



Bölüm 3

IDS UYGULAMASINDAN SONRA BAĞLANMA PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Murat Can ERŞEN¹

¹ (Uzm.Dt.) Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Konya, Türkiye e-mail: murat-canersen@gmail.com ORCID ID: 0000-0003-0364-447X

1. Giriş

İndirekt estetik restorasyonlar için geleneksel protokol, dişin preparasyonunu, ölçü alınmasını ve nihai restorasyonun üretilip yerleştirilmesinden önce geçici bir restorasyonun yerleştirilmesini içerir.(Spohr, Borges, & Platt, 2013) Geçici restorasyon aşamasında, prepare edilen dentin geçici siman tarafından kontaminasyona ve kolajen bozulmasına ya da ağız bakterileri tarafından infiltrasyona açıktır. Ayrıca, diş preparasyonu sırasında açığa çıkan dentin tübülleri pulpaya açılan potansiyel bir yol sağlayarak postoperatif hassasiyete ve pulpal hasara neden olabilir(Cohen & Razzano, 2006).

Preperasyondan hemen sonra, geçici aşamasından önce, açığa çıkmış olan dentinin bir dentin bağlayıcı ajanla örtülenmesi, 1990'ların başında Pashley ve ark. tarafından "Erken Dentin Örtülenmesi" olarak tanımlandı. (Pashley et al., 1992) 1990'lardan itibaren konu hakkında "Immediate Dentin Seal", "Dual Bonding Tekniği", "Rezin Kaplama Tekniği" ve "Prehibridizasyon Tekniği" terimleri kullanılmıştır.

İndirekt restorasyonlar için diş preparasyonunun önemli dentin ekspozlarına neden olabileceği bilinmektedir. Sağlam dentindeki ekspoz dentin tübülleri, çürükten etkilenmiş dentine göre daha geçirgendir.(Mjör & Ferrari, 2002) Literatür, bu prosedürün(IDS) geç dönem dentin örtülmesi(DDS) gibi geleneksel prosedürlerin aksine daha iyi bağlanma dayanımı, daha az gap oluşumu, daha az bakteriyel sızıntı sağladığını ve simantasyon sonrası hassasiyeti azalttığını göstermektedir. Adezyona yönelik bu akılcı yaklaşımın ayrıca diş yapısının korunması, hasta konforu, indirekt restorasyonların bağlanma dayanımlarında artış sağladığı ve bu restorasyonların uzun vadede sağkalımı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu bildirilmektedir.(Qanungo et al., 2016)

DDS uygulamalarında restorasyonun simantasyonundan hemen önce dentin bağlayıcı ajan kullanımı, IDS uygulamalarına göre daha zayıf bir bağlantı alanına sebep olabilir. Bu durum kompozit rezin veya restorasyon simantasyonu işlemi yapılırken oluşan basınç sonucunda polimerize olmamış dentin-rezin hibrit tabakasının kollapsı ile açıklanabilir. (Dietschi & Herzfeld, 1998) Bu durum Magne ve ark.'nın çalışmasında DDS gruplarında daha düşük bağlanma dayanımı değerleri elde edilmesi ve SEM görüntülemeleri ile gözlenmiştir.(Magne, Kim, Cascione, & Donovan, 2005)

IDS stresten uzak dentin bağlantısı gelişimine izin verir. Dentin bağlanma gücü zaman içinde aşamalı olarak iyileşir. Direkt adeziv restorasyonlarda daha zayıf olan erken dönem dentin bağlantısı, üstteki kompozit rezinin bütülmesi ve ardından gelen oklüzal kuvvetler tarafından doğrudan etkilenmektedir. Buna karşın, IDS ve indirekt adeziv restorasyonlar tercih edildi-

ğinde, restorasyonun gecikmeli yerleştirilmesi(indirekt tekniklere özgü) ve oklüzal yüklemenin ötelenmesi sayesinde dentin bağlantısı zamanla artabilir ve rezidüel stresler dağılıbilir(Park & Ferracane, 2005), bunun sonucunda Dietschi ve ark. tarafından belirtildiği üzere restorasyon adaptasyonu önemli ölçüde iyileşir.(Dietschi, Monasevic, Krejci, & Davidson, 2002)

2. IDS Uygulamasından Sonra Bağlanma Performansını Etkileyen Faktörler

Restoratif materyal ve rezin siman, rezin siman ve IDS tabakası veya IDS tabakası ve dentin gibi farklı arayüzler arasındaki bağlanma gücü çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. IDS'nin yaygın kullanımına karşın, prosedürel değişkenlikler indirekt restorasyon adezyonunu etkileyebilir. (Ozer, Batu Eken, Hao, Tuloglu, & Blatz, 2024)

2.1. Kullanılan Adeziv Ajan ve Uygulama Tekniği

IDS uygulamalarında adeziv rezin olarak Total-etch ve Self-etch teknikler kullanılabilir. Magne tarafından en güvenilir uzun vadeli seçenek olduğu iddia edilen geleneksel 3 aşamalı total-etch dentin bonding sistemler önerilir.(Magne et al., 2005) Üç aşamalı total-etch sistemlerinin ve iki aşamalı self-etch sistemlerinin bağlanma dayanımı ve mekanik özellikler açısından tek aşamalı adeziv sistemlerden daha üstün olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur. (Abu-Nawareg et al., 2015; Magne, So, & Cascione, 2007) Tek aşamalı self-etch ve iki aşamalı total-etch adeziv sistemlerin uygulandığı dentin ara yüzeylerindeki artan hidrofilitik özellik sebebiyle su depolanması riskinin oluşacağı ve degradasyona açık hale gelebileceği iddia edilmiştir.(Ferreira-Filho et al., 2018) Bu sistemlerin kullanılması durumunda, pozitif pulpa basıncına sahip vital dişlerde, dentin sıvısının polimerize adeziv tabakalardan penetrasyonunun, hermetik dentin sızdırmazlığını bozabileceği öne sürülmüştür. (Sahin, Cehreli, Yenigul, & Dayangac, 2012) Öte yandan self-etch sistemlerin smear tabakası ile kaplı yüzeylere uygulanmaları ile dentin geçirgenliğini oldukça azaltarak, postoperatif hassasiyetin azalmasına katkıda bulunduğu ve nem degradasyonuna karşı duyarlılığı azalttığı iddia edilmiştir.(Mazzitelli et al., 2008)

IDS uygulamasında daha iyi bir bağlanma dayanımı sağlanması noktasında total-etch ya da self-etch sistemlerin üstünlüğü konusunda henüz bir fikir birliğine varılamamıştır.(Duarte Jr, de Freitas, Saad, & Sadan, 2009; Magne et al., 2005)

Adezivlerin bileşimi ve doldurucu içeriği, adeziv ajanların farklı performans göstermesinde etkili olabilir. Optimal dolduruculu adezivlerin kullanılması ile adeziv tabakanın mekanik özelliklerinin ve bağlanma dayanımının iyileştiği gösterilmiştir.(Azad, Atai, Zandi, Shokrollahi, & Solhi, 2018; Miyazaki, Ando, Hinoura, Onose, & Moore, 1995) Adeziv tabakanın mekanik

özelliklerinin geliştirilmesi sayesinde, stres dağılımı daha iyi hale gelebilir ve adeziv tabaka bir şok emici olarak rol oynayabilir. Öte yandan doldurucu büyüklüğünün fazla olması ve yüksek viskozite, adezivin dentine penetrasyonunu güçleştirebilir. Ayrıca yüksek viskozite marjinlerde birikmelere sebebiyet verebilir.(Van Landuyt et al., 2007)

İki altın standart adeziv sistem olan 3 aşamalı Etch-and-rinse(Optibond FL) ve 2 aşamalı Self-etch(Clearfil SE Bond) karşılaştırıldığında, Optibond FL daha yüksek veya benzer bağlanma gücü göstermiştir.(de Carvalho, Lazari-Carvalho, Polonial, de Souza, & Magne, 2021; Ferreira-Filho et al., 2018; Magne et al., 2007; van den Breemer et al., 2019) Ayrıca, iki aşamalı self-etch (Clearfil SE Bond), akışkan kompozit rezin kullanımından bağımsız olarak iki aşamalı etch-and-rinse'ten daha yüksek bağlanma gücü sergilemiştir. (Choi & Cho, 2010; Jayasooriya, Pereira, Nikaido, & Tagami, 2003)

IDS prosedürünün başarısı dentin bağlama sistemine, özellikle de doldurucu içerikli adezivlere dayandırılabilir. OptiBond FL (Kerr)'nin, tutarlı ve homojen bir tabaka oluşturma kabiliyeti ve simantasyonda kullanılan kompozit rezin ile kohezyonu sayesinde IDS için özellikle endike olduğu ifade edilmiştir.(Dietschi et al., 2002) Her ne kadar bonding prosedürlerini basitleştirme yönünde bir eğilim söz konusu olsa da, geleneksel 3 aşamalı etch-and-rinse adezivlerin iyi bir performans gösterdiği ve uzun vadede güvenilir olduğu yönünde görüşler mevcuttur.(J. De Munck et al., 2003; Van Meerbeek et al., 2003) Özellikle posterior adeziv restorasyonlar için OptiBond FL, hem dentin hibridizasyonuna hem de dentine belirgin şekilde iyileştirilmiş adaptasyon ile düşük elastik modüllü bir stres emici liner oluşumuna olanak sağlar.(Dietschi et al., 2002) Ayrıca yüksek doldurucu içeriği ve yüksek bağlanma dayanımı sunmasıyla öne çıkmaktadır. (J. d. De Munck et al., 2005) Bunun yanı sıra, IDS'nin diğer adeziv sistemlerle başarılı bir şekilde uygulanamayacağını gösteren herhangi bir veri yoktur.(Magne et al., 2005)

Stavridakis ve ark. çalışmalarında doldurucu içerikli adeziv ajanlarla oluşturulan adeziv tabakanın doldurucu içermeyen adeziv ajanlarla oluşturulanlara göre daha homojen bir nitelik gösterdiğini belirtmişlerdir.(Stavridakis, Krejci, & Magne, 2005)

Dillenburg ve ark. aseton içerikli Prime&Bond NT ile etanol ve su içerikli Adper Single Bond 2 adeziv sistemleri kullandıkları çalışmalarında aseton içerikli adeziv sistemlerin, düzensiz adeziv tabaka oluşumuna yol açabileceğini öne sürmüşlerdir.(Dillenburg et al., 2009) Aseton daha hızlı bir buharlaşma göstererek monomerin alt tabakaya penetrasyonunu zorlaştırarak, daha ince bir adeziv tabaka oluşumuna ortam hazırlayabilir.(Leloup, D'Hoore, Bouter, Degrange, & Vreven, 2001)

Tek aşamalı self-etch sistem olan Hybrid Bond'un IDS materyali olarak kullanıldığı bir çalışmada, dentin yüzeyi rezinle kaplandığında kırılma

modları ağırlıklı olarak rezin siman içinde koheziv başarısızlık ve Hybrid Bond-rezin siman arayüzünde tam adeziv başarısızlık olmuştur. Bu gözlem, Hybrid Bond-dentin arayüzünün nispeten daha yüksek bağlanma gücü ile desteklenmiştir. Hybrid Bond ve rezin siman arasındaki bağlanma mekanizmasının, iç içe geçiş gösteren bir polimer ağ(NIKAIDO et al., 1997) oluşturmundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bağlamda, restorasyon kırılma bile, rezin kaplama materyali prepare edilmiş dentini kimyasal, fiziksel ve biyolojik etkilerden korumaya yardımcı olabilmektedir.(Islam et al., 2006)

Birçok yazar(D’Arcangelo et al., 2009; Fujiwara et al., 2018; Ito, Tay, et al., 2005) dental adeziv sistemlerin çok katlı uygulanmasının restorasyonların bağlanma dayanımını artırabileceğini ve nanosızıntıyı önemli ölçüde azaltabileceğini ortaya koymuştur. Hashimoto ve ark. total-etch adezivlerin her bir katının ışıkla sertleştirilmeden art arda dört kata kadar uygulanmasının bağlanma dayanımını iyileştirdiğini ortaya koyarken(Hashimoto et al., 2004), Ito ve ark. özellikle her bir katın ışıkla sertleştirilmesi halinde bağlanma dayanımının üç kata kadar uygulanan tabaka sayısı ile arttığını ortaya koymuştur.(Ito, Tay, et al., 2005) All-in-one adeziv sistemlerin iki kez uygulamasının daha başarılı sonuçlar verdiğini rapor eden çalışmalar mevcuttur. (Takahashi, Nikaido, Ariyoshi, Foxton, & Tagami, 2010; Takahashi, Nikaido, Ariyoshi, Kitayama, et al., 2010) Bununla birlikte, adeziv tabaka kalınlığının fazla olmasının mikrotensil bağlanma dayanımını olumsuz etkileyebileceği endişesi söz konusudur.(D’Arcangelo et al., 2009; Zheng, Pereira, Nakajima, Sano, & Tagami, 2001) Tek katmanlı IDS uygulamaları ile iki katmanlı IDS uygulamalarını direkt restorasyon uygulanan kontrol gruplarıyla karşılaştırılan bir çalışmanın sonuçlarına göre bağlanma dayanımı açısından tek tabakalı adeziv uygulama belirgin şekilde daha başarılıydı. En çok marjinal sızıntı ise direkt restoratif uygulamaların simüle edildiği gruplarda görülürken, tek katmanlı ve iki katmanlı adeziv uygulanan gruplarda benzer marjinal sızıntı gözlemlendi. (Sooksang, Wanachantararak, & Sukapattee, 2023)

2.2. İlave Akışkan Rezin Uygulama İhtiyacı

Birçok çalışmada IDS uygulamalarında adeziv ajan, akıcı kompozitle kombine edilmiş ve bu şekilde daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir.(de Carvalho et al., 2021; Feitosa, Medina, Puppim-Rontani, Correr-Sobrinho, & Sinhoreti, 2010; Jayasooriya et al., 2003; Okuda, Nikaido, Maruoka, Foxton, & Tagami, 2007)

Bir çalışmada, IDS işleminde akışkan bir rezin kaplama takviyesinin kullanılması tüm doldurucusuz ya da az miktarda doldurucu içeren adezivlerin mikrogerilim bağlanma dayanımını artırmıştır, altın standart olarak kabul edilen üç aşamalı total-etch(Optibond FL) başarısını korumuştur. Orijinal IDS tekniği, bir doldurucu içerikli dentin bağlayıcı ajan kullanımını gerektirir. Doldurucusuz veya düşük miktarda doldurucu ihtiva eden adeziv-

lerin kullanılması durumunda, IDS'nin ek bir akışkan rezin kaplama ile güçlendirilmesi önerilmektedir. Bu uygulama, özellikle ince bağlantı arayüzünü oksijen inhibisyonundan korumak ve restorasyonun simantasyonu öncesinde preparasyonun temizlenmesi sırasında IDS tabakasını korumak amacıyla basitleştirilmiş adeziv sistemlerin performansı için oldukça önemli görünmektedir. Daha öngörülebilir bağlantı için doldurucusuz veya az miktarda dolurucu içeren dentin bağlayıcı ajanlarla IDS'nin akışkan rezin kompozit ile klinik olarak güçlendirilmesi önerilmektedir.(de Carvalho et al., 2021)

Doldurucu içermeyen adeziv ajanlar daha ince tabakalar oluşturur ve yüzey temizleme prosedürleri hibrit tabakayı tahrip edebilir ve dentini yeniden açığa çıkarabilir.(Magne et al., 2005) İlave akışkan rezin kompozit uygulanması dentinin maruz kalma riskini azaltır, ara yüzeydeki stresi hafifletir ve dentin bağlayıcı ajanı kaplayarak oksijen inhibisyon tabakasını ortadan kaldırır. Benzer şekilde, orijinal rezin kaplama tekniğini iki aşamalı self-etch ve akışkan kompozit rezinle uygulama olarak tanımlayan araştırmacılar vardır. (Nikaido et al., 2018)

Başka bir çalışmada, kavite hazırlığını takiben dentin üzerine bir dentin bağlayıcı sistem(Clearfil SEBond) ve akıcı rezin kompozitten(Protect Liner F) oluşan bir rezin kaplama uygulaması, indirekt restorasyonlarda rezin siman Panavia F'nin dentine bağlanma dayanımını önemli ölçüde iyileştirmiştir. (Jayasooriya et al., 2003)

İnce indirekt veneer restorasyonların altında renklenmiş dentin bulunması durumunda ek bir estetik zorlukla karşılaşılır. Böyle bir durum, restorasyonun kendisine uygulanabilecek seçici intrinsik maskeleme veya ölçü almadan önce IDS ile birlikte preparasyon üzerine opak rezinler kullanılması söz konusu olabilir. Ancak, ek maskeleme tabakasının bağlanma gücü üzerindeki etkisi bilinmemektedir. (Magne, Paranhos, Hehn, Oderich, & Boff, 2011)

Hibrit tabaka, adeziv ve akıcı kompozitten oluşan IDS katmanı, okluzal yüklemeye sırasında stresin dağılması için stabil ve güçlü bir platform oluşturur. İyi stabilize edilmiş hibrit tabakaya sahip mikroyapı okluzyon ve artikülasyon sırasında en uygun stres dağılımına(esas olarak sıkıştırma kuvveti) izin veren pürüzsüz ve düzenli bir yüzey oluşturur.(Politano, Van Meerbeek, & Peumans, 2018)

2.3. Ölçü Alınması

IDS tekniğinde adeziv rezin uygulandıktan sonra ölçü alınır.(Magne, 2014) IDS uygulamasını takiben, ölçü materyalleri oksijen inhibisyon tabakasına bağlı olarak polimerize olmayan bu dış rezin tabakası ile etkileşime girebilir (Eliades & Caputo, 1989; Rueggeberg & Margeson, 1990), bu da polimerize olmayan bir ölçü tabakasının oluşmasına veya ölçü materyalinin IDS yüzeyine yapışmasına ve ölçünün yırtılmasına neden olur. (Bruzi, Carvalho,

Maia, Giannini, & Magne, 2013; Magne & Nielsen, 2009) Oksijen inhibisyon tabakasının ortadan kaldırılması, ölçü materyali uygulanırken ve geçici restoratif materyal tutunması ile etkileşimi önlemek için gereklidir.(Magne & Nielsen, 2009) Alkolle ıslatılmış pamuk pelet, pomza ile temizleme veya ek polimerizasyon ile gliserin jel uygulaması bu tabakayı ortadan kaldırmak için kabul edilen yöntemlerdir.(Ghiggi et al., 2014; Magne & Nielsen, 2009) Vinil polisiloksan ölçü materyali kullanılması ile örtülenmiş yüzeyin hava blokajı veya pomzalanması sonrasında başarılı ölçü elde etmek mümkün olsa da polieter ölçü maddesi ile yapışma ve yırtılma nedeniyle hatalı ölçü alma riski bulunmaktadır.(Khakiani et al., 2019)

Magne ve ark.'nın Optibond FL ve Clearfil SEBond ile IDS yapılmış preparasyon yüzeyleriyle iki fazlı vinil polisiloksan(VPS) ve monofaz polieter ölçü materyallerinin olası etkileşimlerini araştırdıkları çalışmalarında; IDS grubunda önemli miktarda polimerize olmamış rezin tabakası(oksijen inhibisyon tabakası) tespit edildiğinde, bu durum hem adezivler hem de ölçü materyalleri açısından %100 hatalı ölçü(polimerize olmamış ölçü materyali) ile sonuçlanmıştır. Resin kaplamanın hava ile bloke edilmesinin Optibond FL'nin oksijen inhibisyon tabakasını tamamen ortadan kaldırmadığı ve SE Bond'un yüzeyini bir miktar değiştirdiği belirtilmiştir. Hava blokajı yapılan IDS grubunda sadece Extrude(iki fazlı vinil polisiloksan) ile birlikte SE Bond kullanımı ideal ölçü elde edilmesini sağlarken, diğer tüm adeziv-ölçü materyali kombinasyonları polimerize olmamış ölçü materyali veya adezyonlarla sonuçlanmıştır. Hava blokajı ile SE Bond ve Extrude(VPS) kullanıldığında, muhtemelen Optibond FL'den daha ince bir adeziv tabaka oluşturduğu ve hava blokajının bu nedenle daha etkili olduğu için rezidüel inhibisyon olgusu gözlenmemiştir ve alınan ölçülerin tamamı hatasız olarak rapor edilmiştir. Hava blokajı uygulanmış IDS yüzeyine pomza uygulaması yapılan grup Extrude(VPS) materyali ile ideal ölçüler verirken, Impregum(monofaz polieter) uygulanan gruplarda örneklerin %50'sinden fazlasında hatalı ölçüler(yapışma oluşan alanlar) gözlenmiştir.(Magne & Nielsen, 2009)

Yüzeyden elimine edilmediği takdirde oksijen inhibisyon tabakasının, VPS ve polieter ölçü materyallerinin polimerizasyonunu negatif etkilediği belirtilmektedir. Ayrıca, resin kaplamanın ölçü materyali tarafından kontamine edilmesi mevcut resin kaplama ile simantasyon ajanı arasındaki bağlantıyı bozabileceği için bir sorun olmaya devam etmektedir. Bu nedenle, resin kaplı preparasyon yüzeyinin simantasyondan hemen önce düşük hızda bir elmas rotary frez kullanılarak veya hava kaynaklı partikül aşındırma yoluyla iyice temizlenmesi önerilir (Magne & Nielsen, 2009)

2.4. Geçici Restorasyon Uygulamaları

İndirekt restoratif prosedürlerde diş dokularını ve periodontal dokuları korumak, okluzal yükü uygun dağıtabilmek amacıyla geçici restorasyonlar

uygulanmalıdır. Geçici restorasyon önceden adeziv rezin uygulanan prehibridize yüzeyle ne kadar temasta kalırsa yüzeyin adeziv kapasitesinde azalma ve yüzey kontaminasyonu sebebiyle adeziv simantasyonda bu materyale bağlanma konusunda riskler söz konusu olacaktır.(Dillenburg et al., 2009)

Polimerize adezivin su absorpsiyonuna yol açacak bir şekilde ağız sıvılarına muhtemel maruziyeti, mevcut adeziv ile yeni restorasyon arasındaki bağlantıyı zayıflatabilir.(Ito, Hashimoto, et al., 2005) Magne ve ark.'nın çalışmasının sonuçları göz önüne alındığında, 2 haftaya kadar bir süre boyunca geçici bir restorasyonun uygulanması; kalan serbest radikaller, van der Waals etkileşimleri (moleküller arası kuvvetler) ve mikromekanik kilitlenme ile açıklanabilecek şekilde, bu bağlantıyı etkilememiş gibi görünmektedir. (Magne et al., 2005) Kompozit rezin adezivlerin polimerizasyon modunun ve 4 aya kadar olan geçici protetik işlem uygulaması sürelerinin IDS bağlanma dayanımı üzerinde bir etkisinin olmadığı yönünde bulgular da mevcuttur. (Dillenburg et al., 2009; Lee & Park, 2009; Magne et al., 2005)

Geçici restorasyon aşamasında dikkat edilmesi gereken hususlar mevcuttur çünkü IDS uygulanan yüzeyler rezin bazlı geçici materyallere ve simanlara bağlanma potansiyeli taşımaktadır. Sonuç olarak, direkt geçici restorasyonların yerinden ayrılması ve çıkarılması güç olabilir. Preparasyonlar, geçici restorasyonun üretimi sırasında kalın bir vazelin tabakası gibi ayırıcı bir materyalle titizlikle izole edilmelidir. Bu nedenle, klinisyenin geçici restorasyonları indirekt olarak üretmeyi düşünmesi, rezin bazlı geçici simanlardan kaçınması ve bunun yerine palatal embrasürlere sıvı rezin eklenerek restorasyonun dişe kilitlenmesi gibi mekanik retansiyon ve stabilizasyon sağlaması önerilir. Birden fazla restorasyonun birbirlerine splintlenmesiyle de geçici restorasyonun primer stabilitesi önemli ölçüde artırılabilir.(Magne et al., 2005)

Dentinin geçici materyallerle kontaminasyonu adezyonu azaltabileceğinden(Brigagão et al., 2017; Frankenberger, Lohbauer, Taschner, Petschelt, & Nikolaenko, 2007), IDS geçici restorasyonlardan önce uygulanmalıdır. Aynı zamanda, geçici siman kalıntıları da IDS yüzeyini kontamine edebilir ve sızdırmaz dentine bağlanma dayanımını azaltabilir. Çoğu çalışma, geçici materyaller veya temizleme yöntemlerinden bağımsız olarak IDS'nin faydalarını göstermiştir. Örtülenmiş dentin yüzeyleri ile rezin bazlı geçici materyaller arasında, oksijen inhibisyon tabakası mevcudiyetinde bağlanma meydana gelebilir ve bu sebeple de geçicilerin temizlenmesi zorlaşabilir.(Magne et al., 2007; Nikaido et al., 2015) Örtülenmiş dentinin gliserin jel veya vazelin ile izole edilmesi rezin bazlı geçici materyallerle etkileşimi engelleyebilmektedir. Öjenol içermeyen geçici simanın ekskavatör ile kaldırılması ve alkol ile temizlenmesi, siman kalıntılarını IDS yüzeyinden uzaklaştırmak için yeterli olmayabilir ve bağlanma gücünde azalmaya yol açabilir.(Abdou et al., 2021)

Sag ve arkadaşları geçici restorasyon olarak ışıkla polimerize olan rezin simanların kullanımının adeziv dayanımın azalmasına yol açabileceğini bulmuşlardır. (Sag & Bektas, 2020) Buna karşın Gailani ve arkadaşları, test ettikleri protokollerde ışıkla sertleşen rezin geçici siman uygulamasının IDS tekniği için sonuçları etkilemediğini saptamışlardır. (Gailani et al., 2021)

2.5. Simantasyon Materyali

Yüksek oranda doldurucu ihtiva eden simantasyon materyalleri kullanıldığında preparasyonun bir adeziv rezin tabakasıyla polimerize edilmeden ıslatılması tavsiye edilirken, akışkan simantasyon ajanları doğrudan preparasyona uygulanabilir. (de Carvalho et al., 2021)

Self-adeziv rezin siman, postoperatif hassasiyetin azalması ve uygulama kolaylığı nedeniyle popülerlik kazanmıştır (Ferracane, 2011) ancak konvansiyonel rezin simana göre daha düşük bağlanma gücüne sahiptir. (Miotti et al., 2020) Self-adeziv rezin simanlar yeterli dentin hibrid tabakası veya rezin tag oluşturamadıklarından, mineralize dokularla yüzeysel olarak reaksiyona girer. (J. De Munck et al., 2004)

IDS uygulamaları; rezin simanların, dual-cure kompozit simanların (-Rigos et al., 2019) ve simantasyonda kullanılan rezin kompozitlerin bağlanma dayanımını artırmıştır. (Cesca, Colombo, Ernst, Gallo, & Özcan, 2020; Lee & Park, 2009)

Oda ve ark. çalışmalarında, tek seansta uygulanan CAD-CAM rezin restorasyonlarda, rezin kaplama, rezin siman seçimi ve polimerizasyon modu restorasyonun bağlanma performansını etkilemiştir. Ayrıca, öncesinde IDS uygulanması ve rezin simanların light cure özellikte olması bağlanma gücünü artırmıştır. Tek seansta uygulanan CAD-CAM rezin restorasyonlarda dual-cure self adeziv rezin simanların öngörülebilir bağlanma performansı için IDS ve ışıkla polimerizasyon önerilmektedir. Ayrıca IDS'nin siman veya polimerizasyon modu parametrelerinden bağımsız olarak daha iyi bağlanma dayanımı sağladığı vurgulanmıştır. (Oda, Takahashi, Nikaido, & Tagami, 2022)

Işıkla polimerizasyonun ardından IDS üzerinde kalan oksijen inhibisyon tabakası, rezin simanın IDS materyallerine bağlanmasına yardımcı olabilir. (Udo et al., 2007) Ancak, ölçü materyalleriyle etkileşimi önlemek için bu polimerize olmamış tabaka kaldırılmalıdır. Bu bakımdan, rezin siman ile adezyonu iyileştirmek için IDS yüzeyin ön işleminden geçirilmesi önemlidir. (Ozer et al., 2024)

2.6. Preparasyon Tipi

İnley kavitelelerinde daha yüksek bir C faktörü, polimerizasyon büzülme streslerine neden olur ve iç adaptasyonu azaltır. (Rozan, Takahashi, Nikaido,

Tichy, & Tagami, 2020) Bununla birlikte, IDS düz dentin yüzeylerine ek olarak Sınıf II inley(Duarte Jr et al., 2009; Sultana et al., 2007), Sınıf I inley(Frankenberger et al., 2007; Okuda et al., 2007), indirekt Sınıf V restorasyon(-Hironaka et al., 2018), onley(Murata, Maseki, & Nara, 2018), overlay(Reboul, Thaï, Cetik, & Atash, 2018) ve kron restorasyon bağlanma dayanımı(Hayashi, Maeno, & Nara, 2019; Islam et al., 2006; Kitayama et al., 2009) için faydalı bulunmuştur. Kron preparasyonlarında IDS uygulaması, preparasyon bozulma riski ve preparasyonun shoulder kesim kısımlarında adeziv birikmesi ihtimali nedeniyle tekniğe daha duyarlıdır.(Ozer et al., 2024) Mine kenarlarının son düzeltimi IDS uygulamasının ardından yapılmalıdır.(Politano et al., 2018)

2.7.Restorasyon Materyali

Restoratif materyalle ilgili olarak, IDS seramik(Hayashi et al., 2019; Murata et al., 2018; Nakazawa, Maeno, Komoto, & Nara, 2022), zirkonya(Rigos et al., 2019), metal(Hassan, Khan, Khan, & Khurram, 2011) ve rezin kompozit materyallere bağlanma gücünü artırmıştır.(Ozer et al., 2024)

Abdurabbah ve ark.'nın çalışmalarında preparasyon yüzeyine IDS ve DDS uygulanmış okluzal veneer materyali olarak lityum disilikat seramik(IPS e.max press, Ivoclar Vivadent) ve ultra translusent Zirkonya(Katana UTML Kuraray Noritake Dental Inc., Japan) kullanılmış örnekler karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre lityum disilikat seramik uygulamaları öncesi IDS ve DDS uygulanan gruplarda benzer bağlanma dayanım değerleri gözlemlenirken, zirkonya restorasyon uygulamaları öncesi IDS işlemi bağlanma dayanımına anlamlı derecede katkı sunmuştur. (Abdurabbah, El Sharkawy, & Abdul Hameed, 2024)

Ishii ve ark. IDS uygulanan ve uygulanmayan farklı CAD-CAM bloklarının kavite içi bağlanma dayanımını karşılaştırmıştır. IDS, rezin kompozit blok olan Lava Ultimate ve cam seramik blok olan Vitablocks Mark II'nin bağlanma gücünü artırmıştır.(Ishii, Maseki, & Nara, 2017)

3. Sonuç

Literatürdeki mevcut çalışmalar, IDS uygulamasının indirekt restorasyonların dentine bağlanma gücünü iyileştirdiğini ve geçici materyallerin nihai indirekt restorasyonların performansı ve uzun süreli dayanıklılığı üzerindeki olumsuz etkilerini azalttığını göstermektedir. IDS tabakasını yüzey hazırlama prosedürlerinden korumak için doldurucu partikül içerikli dentin bağlayıcı ajan veya akışkan kompozit rezinlerle kombinasyonları tercih edilmektedir. Bağlanma dayanımı verileri ile çalışmaların klinik sonuçları arasındaki potansiyel ilişkiyi değerlendirmek için daha fazla in vitro ve klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

- Abdou, A., Takahashi, R., Saad, A., Nozaki, K., Nikaido, T., & Tagami, J. (2021). Influence of resin-coating on bond strength of resin cements to dentin and CAD/CAM resin block in single-visit and multiple-visit treatment. *Dental materials journal*, 40(3), 674-682.
- Abdurabbah, W. M., El Sharkawy, Z. R., & Abdul Hameed, S. M. (2024). Effect of Immediate Dentin Sealing on Bond Strength of Two Ceramic Occlusal Veneers after Thermodynamic Loading. *Al-Azhar Journal of Dentistry*, 11(1), 9.
- Abu-Nawareg, M. M., Zidan, A. Z., Zhou, J., Agee, K., Chiba, A., Tagami, J., & Pashley, D. H. (2015). Adhesive sealing of dentin surfaces in vitro: A review. *American Journal of Dentistry*, 28(6), 321.
- Azad, E., Atai, M., Zandi, M., Shokrollahi, P., & Solhi, L. (2018). Structure-properties relationships in dental adhesives: Effect of initiator, matrix monomer structure, and nano-filler incorporation. *Dental materials*, 34(9), 1263-1270.
- Brigagão, V. C., Barreto, L. F., Gonçalves, K. A., Amaral, M., Vitti, R. P., Neves, A. C., & Silva-Concílio, L. R. (2017). Effect of interim cement application on bond strength between resin cements and dentin: Immediate and delayed dentin sealing. *The Journal of prosthetic dentistry*, 117(6), 792-798.
- Bruzi, G., Carvalho, A., Maia, H., Giannini, M., & Magne, P. (2013). Are there combinations of resin liners and impression materials not compatible with IDS technique? *Dental materials*(29), e6.
- Cesca, R., Colombo, V., Ernst, B., Gallo, L. M., & Özcan, M. (2020). Tensile strength and failure types of direct and indirect resin composite copings for perio-overdentures luted using different adhesive cementation modalities. *Materials*, 13(16), 3517.
- Choi, Y.-S., & Cho, I.-H. (2010). An effect of immediate dentin sealing on the shear bond strength of resin cement to porcelain restoration. *The journal of advanced prosthodontics*, 2(2), 39.
- Cohen, R. G., & Razzano, M. V. (2006). Immediate dentin sealing using an antibacterial self-etching bonding system. *Practical Procedures & Aesthetic Dentistry: PPAD*, 18(9), 561-565; quiz 566.
- D'Arcangelo, C., Vanini, L., Prosperi, G. D., Bussolo, G. D., De Angelis, F., D'Amario, M., & Caputi, S. (2009). The influence of adhesive thickness on the microtensile bond strength of three adhesive systems. *Journal of Adhesive Dentistry*, 11(2).
- de Carvalho, M. A., Lazari-Carvalho, P. C., Polonial, I. F., de Souza, J. B., & Magne, P. (2021). Significance of immediate dentin sealing and flowable resin coating reinforcement for unfilled/lightly filled adhesive systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(1), 88-98.
- De Munck, J., Van Meerbeek, B., Satoshi, I., Vargas, M., Yoshida, Y., Armstrong, S., . . . Vanherle, G. (2003). Microtensile bond strengths of one-and two-step self-etch

- adhesives to bur-cut enamel and dentin. *American Journal of Dentistry*, 16(6), 414-420.
- De Munck, J., Vargas, M., Van Landuyt, K., Hikita, K., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2004). Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dental materials*, 20(10), 963-971.
- De Munck, J. d., Van Landuyt, K., Peumans, M., Poitevin, A., Lambrechts, P., Braem, M., & Van Meerbeek, B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of Dental Research*, 84(2), 118-132.
- Dietschi, D., & Herzfeld, D. (1998). In vitro evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. *European journal of oral sciences*, 106(6).
- Dietschi, D., Monasevic, M., Krejci, I., & Davidson, C. (2002). Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. *Journal of Dentistry*, 30(5-6), 259-269.
- Dillenburg, A. L., Soares, C. G., Paranhos, M., Spohr, A. M., Loguercio, A. D., & BURNETT-JÚNIOR, L. (2009). Microtensile bond strength of prehybridized dentin: storage time and surface treatment effects. *The journal of adhesive dentistry*.
- Duarte Jr, S., de Freitas, C. R. B., Saad, J. R. C., & Sadan, A. (2009). The effect of immediate dentin sealing on the marginal adaptation and bond strengths of total-etch and self-etch adhesives. *The Journal of prosthetic dentistry*, 102(1), 1-9.
- Eliades, G., & Caputo, A. (1989). The strength of layering technique in visible light-cured composites. *The Journal of prosthetic dentistry*, 61(1), 31-38.
- Feitosa, V. P., Medina, A. D. C., Puppim-Rontani, R. M., Correr-Sobrinho, L., & Sinhorette, M. A. C. (2010). Effect of resin coat technique on bond strength of indirect restorations after thermal and load cycling. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 51(3), 111-118.
- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite—state of the art. *Dental materials*, 27(1), 29-38.
- Ferreira-Filho, R., Ely, C., Amaral, R., Rodrigues, J., Roulet, J., Cassoni, A., & Reis, A. (2018). Effect of different adhesive systems used for immediate dentin sealing on bond strength of a self-adhesive resin cement to dentin. *Operative dentistry*, 43(4), 391-397.
- Frankenberger, R., Lohbauer, U., Taschner, M., Petschelt, A., & Nikolaenko, S. A. (2007). Adhesive luting revisited: influence of adhesive, temporary cement, cavity cleaning, and curing mode on internal dentin bond strength. *Journal of Adhesive Dentistry*, 9(2).
- Fujiwara, S., Takamizawa, T., Barkmeier, W. W., Tsujimoto, A., Imai, A., Watanabe, H., . . . Miyazaki, M. (2018). Effect of double-layer application on bond quality of adhesive systems. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 77, 501-509.
- Gailani, H. F. A., Benavides-Reyes, C., Bolaños-Carmona, M. V., Rosel-Gallardo, E.,

- González-Villafranca, P., & González-López, S. (2021). Effect of Two Immediate Dentin Sealing Approaches on Bond Strength of Lava™ CAD/CAM Indirect Restoration. *Materials*, 14(7), 1629.
- Ghiggi, P. C., Steiger, A. K., Marcondes, M. L., Mota, E. G., Júnior, L. H. B., & Spohr, A. M. (2014). Does immediate dentin sealing influence the polymerization of impression materials? *European Journal of Dentistry*, 8(03), 366-372.
- Hashimoto, M., Sano, H., Yoshida, E., Hori, M., Kaga, M., Oguchi, H., & Pashley, D. H. (2004). Effects of multiple adhesive coatings on dentin bonding. *Operative Dentistry-University of Washington*. 29(4), 416-423.
- Hassan, M., Khan, T. A., Khan, W., & Khurram, M. S. (2011). THE EFFECT OF RESIN COATING TECHNIQUE ON SHEAR BOND STRENGTH. *Pakistan Oral & Dental Journal*, 31(1).
- Hayashi, K., Maeno, M., & Nara, Y. (2019). Influence of immediate dentin sealing and temporary restoration on the bonding of CAD/CAM ceramic crown restoration. *Dental materials journal*, 38(6), 970-980.
- Hironaka, N. G., Ubaldini, A. L., Sato, F., Giannini, M., Terada, R. S., & Pascotto, R. C. (2018). Influence of immediate dentin sealing and interim cementation on the adhesion of indirect restorations with dual-polymerizing resin cement. *The Journal of prosthetic dentistry*, 119(4), 678. e671-678. e678.
- Ishii, N., Maseki, T., & Nara, Y. (2017). Bonding state of metal-free CAD/CAM onlay restoration after cyclic loading with and without immediate dentin sealing. *Dental materials journal*, 36(3), 357-367.
- Islam, M. R., Takada, T., Weerasinghe, D. S., Uzzaman, M. A., Foxton, R. M., Nikaido, T., & Tagami, J. (2006). Effect of resin coating on adhesion of composite crown restoration. *Dental materials journal*, 25(2), 272-279.
- Ito, S., Hashimoto, M., Wadgaonkar, B., Svizero, N., Carvalho, R. M., Yiu, C., . . . Nishitani, Y. (2005). Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. *Biomaterials*, 26(33), 6449-6459.
- Ito, S., Tay, F. R., Hashimoto, M., Yoshiyama, M., Saito, T., Brackett, W. W., . . . Pashley, D. H. (2005). Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding. *Journal of Adhesive Dentistry*, 7(2).
- Jayasooriya, P. R., Pereira, P. N., Nikaido, T., & Tagami, J. (2003). Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15(2), 105-113.
- Khakiani, M. I., Kumar, V., Pandya, H. V., Nathani, T. I., Verma, P., & Bhanushali, N. V. (2019). Effect of immediate dentin sealing on polymerization of elastomeric materials: an ex vivo randomized controlled trial. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 12(4), 288.
- Kitayama, S., Pilecki, P., Nasser, N. A., Bravis, T., Wilson, R. F., Nikaido, T., . . . Foxton, R. M. (2009). Effect of resin coating on adhesion and microleakage of computer-aided design/computer-aided manufacturing fabricated all-ceramic

- crowns after occlusal loading: a laboratory study. *European journal of oral sciences*, 117(4), 454-462.
- Lee, J.-I., & Park, S. (2009). The effect of three variables on shear bond strength when luting a resin inlay to dentin. *Operative dentistry*, 34(3), 288-292.
- Leloup, G., D'Hoore, W., Bouter, D., Degrange, M., & Vreven, J. (2001). Concise review biomaterials & bioengineering: Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence. *Journal of Dental Research*, 80(7), 1605-1614.
- Magne, P. (2014). IDS: Immediate Dentin Sealing (IDS) for tooth preparations. *J Adhes Dent*, 16(6), 594.
- Magne, P., Kim, T. H., Cascione, D., & Donovan, T. E. (2005). Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 94(6), 511-519.
- Magne, P., & Nielsen, B. (2009). Interactions between impression materials and immediate dentin sealing. *The Journal of prosthetic dentistry*, 102(5), 298-305.
- Magne, P., Paranhos, M. P., Hehn, J., Oderich, E., & Boff, L. L. (2011). Selective masking for thin indirect restorations: Can the use of opaque resin affect the dentine bond strength of immediately sealed preparations? *Journal of Dentistry*, 39(10), 707-709.
- Magne, P., So, W.-S., & Cascione, D. (2007). Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *The Journal of prosthetic dentistry*, 98(3), 166-174.
- Mazzitelli, C., Monticelli, F., Osorio, R., Casucci, A., Toledano, M., & Ferrari, M. (2008). Effect of simulated pulpal pressure on self-adhesive cements bonding to dentin. *Dental materials*, 24(9), 1156-1163.
- Miotti, L., Follak, A., Montagner, A., Pozzobon, R., Da Silveira, B., & Susin, A. (2020). Is conventional resin cement adhesive performance to dentin better than self-adhesive? A systematic review and meta-analysis of laboratory studies. *Operative dentistry*, 45(5), 484-495.
- Miyazaki, M., Ando, S., Hinoura, K., Onose, H., & Moore, B. K. (1995). Influence of filler addition to bonding agents on shear bond strength to bovine dentin. *Dental materials*, 11(4), 234-238.
- Mjör, I. A., & Ferrari, M. (2002). Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 6: Reactions to restorative materials, tooth-restoration interfaces, and adhesive techniques. *Quintessence international*, 33(1).
- Murata, T., Maseki, T., & Nara, Y. (2018). Effect of immediate dentin sealing applications on bonding of CAD/CAM ceramic onlay restoration. *Dental materials journal*, 37(6), 928-939.
- Nakazawa, M., Maeno, M., Komoto, M., & Nara, Y. (2022). Appropriate Immediate Dentin Sealing to Improve the Bonding of CAD/CAM Ceramic Crown Restorations. *Polymers*, 14(21), 4541.
- Nikaido, T., Inoue, G., Takagaki, T., Takahashi, R., Sadr, A., & Tagami, J. (2015). Resin coating technique for protection of pulp and increasing bonding in indirect

restoration. *Current oral health reports*, 2, 81-86.

- NIKAIDO, T., NAKAJIMA, M., HIGASHI, T., KANEMURA, N., PEREIRA, P. N., & TAGAMI, J. (1997). Shear bond strengths of a single-step bonding system to enamel and dentin. *Dental materials journal*, 16(1), 40-47,110.
- Nikaido, T., Tagami, J., Yatani, H., Ohkubo, C., Nihei, T., Koizumi, H., . . . Tsubota, Y. (2018). Concept and clinical application of the resin-coating technique for indirect restorations. *Dental materials journal*, 37(2), 192-196.
- Oda, Y., Takahashi, R., Nikaido, T., & Tagami, J. (2022). Influence of the resin-coating technique on the bonding performance of self-adhesive resin cements in single-visit computer-aided design/computer-aided manufacturing resin restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 34(4), 721-728.
- Okuda, M., Nikaido, T., Maruoka, R., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2007). Microtensile bond strengths to cavity floor dentin in indirect composite restorations using resin coating. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19(1), 38-46.
- Ozer, F., Batu Eken, Z., Hao, J., Tuloglu, N., & Blatz, M. B. (2024). Effect of Immediate Dentin Sealing on the Bonding Performance of Indirect Restorations: A Systematic Review. *Biomimetics*, 9(3), 182.
- Park, J. W., & Ferracane, J. L. (2005). Measuring the residual stress in dental composites using a ring slitting method. *Dental materials*, 21(9), 882-889.
- Pashley, E., Comer, R., Simpson, M., Horner, J., Pashley, D., & Caughman, W. (1992). Dentin permeability: sealing the dentin in crown preparations. *Operative dentistry*, 17(1), 13-20.
- Politano, G., Van Meerbeek, B., & Peumans, M. (2018). Nonretentive bonded ceramic partial crowns: concept and simplified protocol for long-lasting dental restorations. *J Adhes Dent*, 20(6), 495-510.
- Qanungo, A., Aras, M. A., Chitre, V., Mysore, A., Amin, B., & Daswani, S. R. (2016). Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations. *Journal of prosthodontic research*, 60(4), 240-249.
- Reboul, T., Thaï, H. H., Cetik, S., & Atash, R. (2018). Comparison between shear forces applied on the overlay-dental tissue interface using different bonding techniques: An: in vitro: study. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 18(3), 212-218.
- Rigos, A., Dandoulaki, C., Kontonasaki, E., Kokoti, M., Papadopoulou, L., & Koidis, P. (2019). Effect of immediate dentin sealing on the bond strength of monolithic zirconia to human dentin. *Operative dentistry*, 44(4), E167-E179.
- Rozan, S., Takahashi, R., Nikaido, T., Tichy, A., & Tagami, J. (2020). CAD/CAM-fabricated inlay restorations: Can the resin-coating technique improve bond strength and internal adaptation? *Dental materials journal*, 39(6), 941-949.
- Rueggeberg, F., & Margeson, D. (1990). The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *Journal of Dental Research*, 69(10), 1652-1658.
- Sag, B. U., & Bektas, O. O. (2020). Effect of immediate dentin sealing, bonding technique, and restorative material on the bond strength of indirect restorations. *Brazilian Dental Science*, 23(2), 12 p.-12 p.

- Sahin, C., Cehreli, Z. C., Yenigul, M., & Dayangac, B. (2012). In vitro permeability of etch-and-rinse and self-etch adhesives used for immediate dentin sealing. *Dental materials journal*, 31(3), 401-408.
- Sooksang, O., Wanachantararak, S., & Sukapattee, M. (2023). Effects of single and double application of immediate dentin sealing techniques on marginal leakage and microtensile bond strength of resin cement. *Journal of International Dental & Medical Research*, 16(2).
- Spohr, A. M., Borges, G. A., & Platt, J. A. (2013). Thickness of immediate dentin sealing materials and its effect on the fracture load of a reinforced all-ceramic crown. *European Journal of Dentistry*, 7(04), 474-483.
- Stavridakis, M. M., Krejci, I., & Magne, P. (2005). Immediate dentin sealing of onlay preparations: thickness of pre-cured Dentin Bonding Agent and effect of surface cleaning. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*, 30(6), 747.
- Sultana, S., Nikaido, T., Matin, K., Ogata, M., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2007). Effect of resin coating on dentin bonding of resin cement in Class II cavities. *Dental materials journal*, 26(4), 506-513.
- Takahashi, R., Nikaido, T., Ariyoshi, M., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2010). Microtensile bond strengths of a dual-cure resin cement to dentin resin-coated with an all-in-one adhesive system using two curing modes. *Dental materials journal*, 29(3), 268-276.
- Takahashi, R., Nikaido, T., Ariyoshi, M., Kitayama, S., Sadr, A., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2010). Thin resin coating by dual-application of all-in-one adhesives improves dentin bond strength of resin cements for indirect restorations. *Dental materials journal*, 29(5), 615-622.
- Udo, T., Nikaido, T., Ikeda, M., Weerasinghe, D. S., Harada, N., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2007). Enhancement of adhesion between resin coating materials and resin cements. *Dental materials journal*, 26(4), 519-525.
- van den Breemer, C. R., Özcan, M., Pols, M. R., Postema, A. R., Cune, M. S., & Gresnigt, M. M. (2019). Adhesion of resin cement to dentin: effects of adhesive promoters, immediate dentin sealing strategies, and surface conditioning. *The international journal of esthetic dentistry*, 14(1), 52-63.
- Van Landuyt, K. L., Snauwaert, J., De Munck, J., Peumans, M., Yoshida, Y., Poitevin, A., . . . Van Meerbeek, B. (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, 28(26), 3757-3785.
- Van Meerbeek, B., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P., . . . Vanherle, G. (2003). Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*, 28(3), 215-235.
- Zheng, L., Pereira, P., Nakajima, M., Sano, H., & Tagami, J. (2001). Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. *Operative dentistry*, 26(1), 97-104.