

# Protetik Diş Tedavisi Uygulamalarında Adezyonun Önemi

## The Importance of Adhesion in Prosthodontic Treatment Applications

Büşra TOSUN<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Bolu, Türkiye

Nuran YANIKOĞLU<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye



### Öz

Diş hekimliğinde kullanılan materyaller gün geçtikçe değişmekte ve çeşitlilik kazanmaktadır. Bu gelişmelere rağmen klinikte görülen başarısızlıkların büyük kısmı siman bağlantısındaki problemlerden kaynaklanmaktadır. Günümüzde yüksek sıkışma ve gerilme dayanıklılığına sahip rezin simanlar bu olumlu özelliklerinden ötürü retansiyon gereksinimi olan ve estetik beklentinin fazla olduğu vakalarda sıklıkla tercih edilmektedir.

Farklı materyaller arasındaki bağlanma "adezyon" olarak tanımlanmaktadır. Yüzeysel geriliminin artmasıyla, yüzeysel enerjisi artar, yüzeysel enerjisinin artmasıyla da adezyon kuvveti artar. Simantasyon işleminde kullanılan rezin simanlar, restorasyonun uzun süre başarı gösterebilmesi için diş ve restoratif materyalin her ikisine de kuvvetli bir şekilde bağlanmalıdır.

Materyallerin diş ile olan bağlantısını güçlü hale getirmek için yüzeyin ıslanabilirliği, kimyasal bağlanma ve mikromekanik kilitlenme oluşturmak önemlidir. Uygulanacak bir takım yüzey modifikasyon yöntemleriyle de bağlantıyı artırmak mümkündür. Yüzeysel işlemleri, materyallerin genel özelliklerini değiştirmeden, yüzey özelliklerini etkileyerek, biyolojik ve mekanik özelliklerinin güçlendirilmesi işlemidir. Materyallerin olumlu özellikleri, bu işlemler esnasında korunmaktadır. Bu amaçla simantasyon işlemi öncesi, restorasyonlara bir takım yüzey işlemleri uygulanarak adezyon kuvveti artırılmaya çalışılmaktadır.

Bu derlemenin amacı protetik diş tedavisi uygulamalarında büyük önem arz eden adezyon kavramları, adeziv sistemler ve rezin içerikli simanlar hakkında detaylı bilgi sunmaktır.

**Anahtar kelimeler:** Adezyon, rezin siman, yüzey işlemleri.

### ABSTRACT

The materials used in dentistry are changing day by day and gaining variety. Despite these developments, most of the clinical failures are due to problems in the cement connection. Nowadays, resin cements with high compression and tensile strength are frequently preferred in cases that require retention and aesthetic expectations due to these positive properties.

The bonding between different materials is defined as "adhesion". With increasing surface tension, surface energy increases, and with increasing surface energy, adhesion strength increases. The resin cements used in the cementation process must be strongly bonded to both the tooth and the restorative material in order for the restoration to be successful for a long time.

It is important to create a strong surface wettability, chemical bonding and micromechanical interlocking to strengthen the bonding of materials with teeth. It is possible to increase the connection with some surface modification methods to be applied. Surface treatments are the process of strengthening the biological and mechanical properties of the materials without changing the general properties, affecting the surface properties. The positive properties of the materials are preserved during these processes. For this purpose, before the cementation process, some surface treatments are applied to the restorations to increase the adhesion strength.

The aim of this review is to provide detailed information about adhesion concepts, adhesive systems and resin containing cements, which are of great importance in prosthetic dental treatment.

**Keywords:** Adhesion, resin cement, surface treatments

## GİRİŞ

### 1. Adezyon

Farklı moleküller arasındaki çekim kuvveti 'adezyon' olarak adlandırılmakla beraber, bu kuvvet aynı moleküller arasında ise 'kohezyon' adı verilir. Adezyonu oluşturan maddeye 'adeziv', adezivin uygulandığı yapıya ise 'aderent' denir.

İyi bir adezyon için adeziv ve aderent arasındaki temasın tam olması gerekmektedir. Diş hekimliğinde gözlediğimiz adezyon 'dental adezyon' olarak isimlendirilirken bir başka ifadeyle 'bonding' olarak da adlandırılabilir.<sup>1</sup>

Geliş Tarihi/Received 15.02.2021  
Kabul Tarihi/Accepted 01.06.2021  
Yayın Tarihi/Publication Date 28.07.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:  
Büşra TOSUN

E-mail: dtbusra86@hotmail.com

Cite this article: Tosun B, Yanikoğlu N.  
The Importance of Adhesion in  
Prosthodontic Treatment Applications.  
*Curr Res Dent Sci.* 2024;34(3):216-223.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Kimyasal, fiziksel ve mekanik olmak üzere 3 tür adezyon bulunmaktadır. Kimyasal adezyonda adezyonu oluşturan yapılar arasında zayıf ve sınırlı bir bağlanma söz konusudur. Fiziksel adezyon, Van Der Waals kuvvetleri sonucu oluşan çok zayıf bir bağlanma çeşididir. Farklı yapılar sahip düz yüzeyler arasında meydana gelir. Mekanik adezyonda ise düzensiz yüzeyleri oluşturan girinti ve çıkıntılar bulunmakla beraber daha kuvvetli bir bağlanma mevcuttur. Bu girinti ve çıkıntıların yerleşimleri ve biçimleri bağlanma gücü üzerinde etkilidir. Öncelikle diş hekimliğinde mekanik bağlanma oluşur, kimyasal bağlanmanın bağlantı üzerindeki etkisi ise kısıtlıdır.<sup>1,2</sup>

Oluşan bağlantı mekanizması 2 kısımda değerlendirilebilir;

1. Siman-diş dokusu arasındaki bağlantı

Bu grup kendi arasında; mine adezyonu ve dentin adezyonu olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

2. Restorasyon-siman arasındaki bağlantı

### 1.1 Mine Adezyonu

Ağırlıkça %96-98 oranında inorganik, %1-3 oranında organik kısımdan oluşan mine dokusu %1-5 oranında da su ve diğer maddelerden oluşmaktadır. Organik içerikte; kollogenden oluşan bu yapının inorganik kısmını ise daha çok hidroksiapatit kristalleri oluşturmaktadır. Mine dokusu yapısal olarak milyonlarca mine prizması, prizma kını içermekte olup; bunların arasında ise interprizmatik matrix bulunmaktadır. Mine prizmaları mine-dentin birleşiminden başlayarak dik bir şekilde dişin dış yüzeyine uzanır.<sup>3</sup>

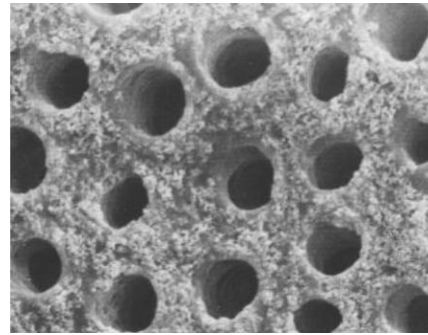
Asit uygulama işlemi sonrası, minede bulunan prizmalar çözünmekte olup hidroksiapatit kristalleri arasında çok küçük boyutta poröziteler oluşmaktadır. Böylelikle mine dokusunun ıslanabilirliği ve yüzey enerjisi artar. Sonuçta da mine dokusunun bağlanma yüzeyi artmış olur. Bu yüzeylere adeziv sistemler uygulandığında, oluşan mikropöröz yapılar dolularak rezin taglar oluşur. Bu uzantılar mikromekanik bağlanmadan sorumlu olan uzantılardır. Polimerizasyon işleminin ardından ise 20-30 MPa kadar bağlantı kuvveti oluşarak tam bir mekanik kilitlenme sağlanmış olur.<sup>4,5</sup>

### 1.2 Dentin Adezyonu

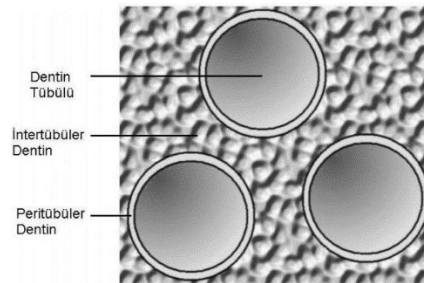
%70-75 oranında inorganik, %15-20 oranında ise organik yapıdan oluşan dentin dokusunu, %5-15 oranında da su ve diğer maddeler oluşturmaktadır. Organik yapıyı büyük oranda kollogen oluştururken inorganik yapıda ise daha çok hidroksiapatit kristalleri bulunmaktadır. Mine kadar mineralize bir doku olmamakla birlikte sement dokusundan daha mineralize bir dokudur.<sup>6</sup>

Çok sayıda dentin tübülü, tübüllerin içerisinde protoplazmik uzantılar ve dentin lenfi içermektedir (Şekil 1). Bu bakımdan mine dokusuna kıyasla daha nemli ve organik içeriği daha fazla olan bir dokudur. Tübüllerin etrafında peritübüler dentin, arasında ise intertübüler dentin bulunmaktadır (Şekil 2). Adeziv sistemlerin intertübüler dentine bağlanması daha kuvvetli olmaktadır. Tübüllerin sayısı ve çapı, pulpaya yaklaştıkça artar. Intertübüler dentin oranı, dentinin derin kısımlarında daha azdır. Dolayısıyla dentin dokusunun derinlerine doğru bağlanma kuvveti azalır.<sup>4,5</sup>

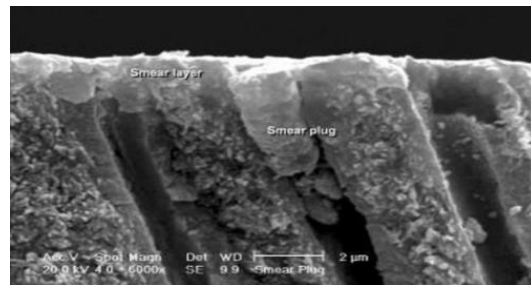
Preparasyon sonrası dentin yüzeyini kaplayan tükürük, kan, bakteri ve smear tabakası bağlantıyı olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bakımdan bağlantının artırılması için dentin yüzeyinin bu artıklardan temizlenmesi ve smear tabakasının uzaklaştırılması gerekmektedir. Smear tabakası; vital veya nekrotik pulpa, dentin artıkları ile mikroorganizma içeren rotary veya manuel enstrümanlar ile yapılan preparasyon sonrası meydana gelen, dentin yüzeyinde biriken debristir<sup>9,10</sup> (Şekil 3). Bu tabakanın hacmi, yoğunluğu ve alttaki yapı ile olan bağlanma oranı preparasyon şekline bağlı olarak değişmektedir.<sup>11</sup> Kalınlığı 0.5-2 mikrometre arasında değişen smear tabakasının, dentin geçirgenliğini %86 oranında azalttığı yapılan bir çalışmada belirtilmiştir.<sup>12</sup>



Şekil 1. Elektron mikroskobu altında dentin tübülleri<sup>7</sup>



Şekil 2. Peritübüler ve intertübüler dentin<sup>8</sup>



Şekil 3. Smear tabakası ile kaplanmış dentin yüzeyinin SEM görünümü<sup>13</sup>

Mine dokusuna kıyasla dentin dokusunda adezyon sağlamak daha zordur. Bunun nedenleri şöyle sıralanabilir;

- ❖ Kollogen oranının dentine oranla daha fazla olması dentinin elastik özelliğinin daha fazla olmasını sağlar.

- ❖ Mine dokusu kadar homojen olmayıp, mineralizasyon değeri farklı bölgelerde farklı değerlere sahiptir. (Dentin tübüllerinin sayısı ve çaplarının dentinin farklı bölgelerinde değişiklik göstermesi sebebiyle)

- ❖ Pulpa dokusunun sıvı basıncı dolayısıyla dentinin derin kısımlarında rezin infiltrasyonu daha zor olmaktadır.

- ❖ Smear tabakası dentin tübüllerinin ağzını tıkamakta ve dentin geçirgenliğini azaltmaktadır.

- ❖ Dentin dokusundaki hidroksiapatit oranı, mine dokusuna kıyasla oldukça az orandadır.<sup>14</sup>

### 1.3 Seramik Materyale Adezyon (Restorasyon-Siman Arasındaki Bağlantı)

Yüzeyler arasında oluşan bağlantı kuvveti, marjinal adaptasyonu artırarak mikrosızıntıyı önlemekte ve böylelikle restorasyonun kırılmaya karşı gösterdiği direnci de olumlu yönde etkilemektedir.<sup>15</sup>

Son zamanlarda rezin simanların kullanılmaya başlanması ile uzun dönemde restorasyon ve diş arasındaki kuvvetli bağlanma sağlanmış olup, mevcut çalışmalar rezin simanın bu yapılarla olan bağlantısını artırmaya yöneliktir.

### 1.3.1 Simantasyon Öncesi Uygulanan Yüze İşlemleri

Yüze işlemleri, materyallerin genel özelliklerini değiştirmeden, yüze özelliklerini etkileyerek, biyolojik ve mekanik özelliklerinin güçlendirilmesi işlemidir. Materyallerin olumlu özellikleri, bu işlemler esnasında korunmaktadır.<sup>16</sup>

Rezin ve protetik materyal arasındaki bağlantı kuvvetini artırmak için mikromekanik kilitlenme oluşturmak ve kimyasal bağlantı sağlamak gerekmektedir.<sup>15</sup> Bu amaçla simantasyon işlemi öncesi, restorasyonlara bir takım yüze işlemleri uygulanarak bu iki yapı arasındaki adezyon kuvveti artırılmaya çalışılmaktadır.

#### ❖ Dönen Aletler ile Aşındırma

Bu yüze işlemi mekanik bağlantı sağlamakla birlikte bu yöntemde; diskler, elmas frezler, alüminyum oksit içerikli zımparalar kullanılmaktadır. Elmas frezlerle yapılan aşındırma işlemi sonrası alınan SEM görüntülerinde, kazıma izleri oluşmasına rağmen gözeneklerin meydana gelmediği gözlenmiştir, öte yandan bu yöntem keskin yüzeylerin meydana gelmesine ve materyalde fazla madde kaybına neden olmaktadır.<sup>17</sup>

Frezle aşındırma yönteminin bir diğer dezavantajı ise; seramikte dayanıklılık kaybına yol açtığından, kontrolsüz uygulandığında materyalde çatlak oluşumuna sebep olabilmektedir.

#### ❖ Asitle Pürüzlendirme

Asit uygulaması; seramiğin yapısındaki cam matrix ve kristalin çözünmesini sağlayarak, restorasyon yüzeyinde poröziteler oluşturmaktadır. Böylelikle materyalin yüze enerjisi artar ve mikromekanik kilitlenme sağlanır.<sup>18</sup> Polieter eter keton (PEEK) ve polieter keton keton (PEKK) gibi polimerlere asit uygulanması ise; yüzeysel katmandaki fonksiyonel işlev gören karbon-oksijen gruplarını artırarak, adeziv materyalin bağlanacağı grupları ortaya çıkarmaktadır.<sup>19,20</sup>

Güçlü oksitleme özelliğine sahip olan Piranha solüsyonu, PEEK materyalinin yüze pürüzlendirmesinde kullanılan, hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ve sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) birleşiminden oluşan bir çözeltilerdir. Bunun yanı sıra sülfürik asit tek başına da uygulanabilen, materyalin karbonil ve eter grupları üzerinde etki gösteren kuvvetli bir asittir.<sup>21</sup>

Seramik yüzeyine uygulanan asit, diş dokusuna uygulanan asitten farklıdır. Genellikle asitle pürüzlendirmede tercih edilen hidrofolik asit (HF); seramik materyal yüzeyinde mikropöziteler oluşturarak, yüze alanını artırmakta sonuç olarak mekanik kilitlenmeye katkıda bulunmaktadır.<sup>22</sup> Hidroflorik aside kıyasla daha az güçlü olan %35-40 oranında fosforik asit, seramik veya kompozit yüzeylerin pürüzlendirilmesinde kullanılan bir diğer asittir. Asidüle fosfat florür ise; yine seramik yüzeylerin pürüzlendirilmesinde kullanılan güvenilir bir asit olmakla birlikte seramik yüzeyinde homojen ve düzgün bir alan oluşturmaktadır.<sup>23</sup>

#### ❖ Alüminyum oksit ile Kumlama

'Air abrazyon yöntemi' olarak da adlandırılan bu yüze işlemi, protetik materyallerde sıklıkla kullanılan bir pürüzlendirme yöntemidir. Alüminyum oksit tozları, materyal yüzeyindeki kontamine alanları uzaklaştırıp, bağlanma için gerekli yüze alanını artırarak rezin materyallerin tutuculuğunu artırır.<sup>24</sup> Bu amaçla kullanılan tozlar, 25-250 mikrometre aralığında partikül boyutlarına sahiptir.<sup>25</sup> Hasta başında veya laboratuvarında uygulanan bu yöntemde temel kural, kullanılacak partiküllerin, restorasyon materyalinden daha sert olması gerektiğidir.

#### ❖ Tribokimyasal Silika Kaplama

Yüzeyleri temizlemek, retantif bir yüze oluşturmak ve hepsinden önemlisi silanlanabilirlik özelliklerini arttırmak amacıyla, protetik materyal yüzeylerini silanize etmek için silika kaplama gibi çeşitli yöntemler kullanılır.

Tribokimyasal silika kaplama; partiküllerin yüzeylerini silika ile kaplayan, özel olarak yüzeyi modifiye edilmiş bir alüminyum kum püskürtme şeklinde hasta başında kullanılabilen bir yöntemdir. Bu teknikte kullanılan tribokimyasal silika kum, alüminyum kumunun silan ile modifiye edilmiş şeklindedir. Basınç etkisiyle, silika 15 mikrometre

derinliğinde seramik yüzeyine gömülmüş olur. Bu durum yüzeylerde silika tabakası meydana getirerek, silika ile işlem görmüş olan seramik materyalinin, silan ile kimyasal bağ kurabilmesine yardımcı olur. Asitle pürüzlendirme işlemine dayanıklılık gösteren materyallerde de kullanımı tavsiye edilmektedir.<sup>26</sup>

Sıklıkla kullanılan sistemler 'Rocatec' ve 'Cojet' sistemleridir. Rocatec sistemi laboratuvarında kullanılmakta olup 2 aşamada uygulanan bir sistemdir.<sup>27</sup> Air abrazyon ve silan aşamalarını içeren Rocatec sisteminde, silanize edilmiş 110 mikrometrelik alüminyum oksit kumu kullanılır. İlk olarak 'Rocatec- Pre' olarak adlandırılan aşamada; yüze temizliğini sağlamak amacıyla 2.5 bar basınç ile 110 mikrometre alüminyum oksit kumu uygulanır. Sonrasında ise yine aynı basınçta 110 mikrometre boyutunda silisyum oksit kumu yüzeye püskürtülür. Bu aşama ise 'Rocatec- Plus' olarak adlandırılır.

Cojet sistemi ise klinikte kolaylıkla uygulayabileceğimiz, silan ile modifiye edilmiş 30 mikrometre boyutunda alüminyum oksit kumunun materyal yüzeyine uygulandığı bir sistemdir. %97'den fazla alüminyum oksit, %3'ten az silika içermektedir. Restorasyonların intraoral olarak tamir edilmesi gerektiği durumlarda, mekanik olarak pürüzlülük sağlanması amacıyla tercih edilebilen bir yöntemdir. Bu yöntemde silika kaplı alüminyum oksit partikülleri 2-3 bar basınç altında yüzeye dik olacak pozisyonda 15 saniye boyunca uygulanmaktadır. Silikatizasyon aşamasından sonra silan uygulaması ile hem fiziksel hem de kimyasal bağlantı sağlanmış olur.<sup>28</sup>

#### ❖ Lazer ile Pürüzlendirme

Çürüğün temizlenmesinde, hassasiyetlerin giderilmesinde, beyazlatma tedavisinde, pit ve fissürlerin kapatılmasında kullanılabilen lazerler; diş hekimliğinde geniş kullanım alanına sahiptir.<sup>29</sup> Çok sayıda lazer çeşidi olmakla birlikte sıklıkla yumuşak doku lazeri olarak CO<sub>2</sub> lazer kullanılırken, sert ve yumuşak dokuların her ikisinde daha çok Nd:YAG ve Er:YAG lazer tercih edilir.<sup>30</sup> Uygulama süresi, atım tipi, frekansı, enerji seviyesi ve dalga boyu gibi değişkenler, lazerlerin yüzeyde meydana getirdiği etki derinliğini değiştirmektedirler.<sup>31</sup>

Temel çalışma yöntemi, atomların enerjilerini emerek daha yüksek enerji seviyesine taşımak olan lazerlerin, bu enerji aktarımında meydana gelen fotonları; aynı enerji seviyesine ulaşarak hareketlerini aynı yöne doğru gerçekleştirirler.<sup>32</sup> Restoratif materyal tarafından absorbe edilen lazer ışının enerjisi, yüzeyde bir ısı indüksiyonu oluşturarak mikromekanik bağlantı sağlar.<sup>33</sup>

#### ❖ Plazma Spreyi Uygulaması

Uyarılmış atomlardan, moleküllerden ve reaktif parçalardan oluşan iyonize bir gaz olan plazma, yüzeylerin temizlenmesinde ve pürüzlendirilmesinde kullanılmasının yanı sıra tıbbi cihazların sterilizasyonunda da kullanılabilir.<sup>34</sup> İçeriklerinde bulunan kimyasal aktif parçacıklar dolayısıyla materyallerin yüze enerjisini artırır ve yüze kimyasını en uygun hale getirir.<sup>35</sup>

Diş hekimliği alanında; cam fiberlerin, fiber içerikli kompozitlerin geliştirilmesinde kullanılan plazma, aynı zamanda seramiklerin bağlantı dayanımını geliştirmede de tercih edilebilmektedir.<sup>35</sup>

#### ❖ Silan Bağlayıcı Ajanların Uygulanması

1940'lardan beri kullanılan silan ajanları, yüze ıslanabilirliğini artırması sonucu, uygulanacak simanın yüzeye kolaylıkla akmasını ve mikromekanik tutuculuğun artmasını sağlarlar.<sup>36</sup> Asitle pürüzlendirilmiş bir yüzeye silan ajanı uygulandığında kimyasal bağ meydana gelir. Silan primerleri silan ajanı, kuvvetli olmayan bir asit ile fazla miktarda çözücü içermektedir.<sup>37</sup>

Silan bağlayıcı ajanlarını; hidrolize olmamış tek şişe, hidrolize olmuş tek şişe ile 2 veya 3 ayrı şişe içeren silan primerleri olmak üzere 3 grupta sınıflandırabiliriz. Tek şişe olanların raf ömrü kısa olmakla birlikte çözücülerinin hızlı buharlaşması, bu ajanların etki gücünün azalmasına sebep olmaktadır.<sup>15</sup> Organik moleküller sınıfında bulunan silanlar, bir ya da birden fazla sayıda silikon atomuna sahip olup, fonksiyonlarına göre ise 'primer' veya 'bağlama ajanı' olarak gruplandırılabilir.<sup>38</sup>

### ❖ Adeziv Uygulaması (Primer/Bond)

Silan kaplama ajanları ile elde edilen bağlantıyı daha ideal hale getirmek için multifonksiyonel primer'lar üretilmiştir.<sup>39</sup> Bu primer'lar, silan haricinde asidik monomer ile dentin bağlayıcı ajan içermektedirler. İçeriğinde bulunan asidik monomer sayesinde seramik materyal yüzeyindeki metal oksitler ile bağlantı oluşturulabilmekteyken, bağlayıcı ajan sayesinde de rezin siman ile olan bağlantının artırılacağı düşünülmektedir.

Çok sayıda bileşenden oluşan primer sistemleri 'surface conditioning' maddeler olarak da isimlendirilmekte olup içeriğinde adeziv veya fonksiyonel monomer bulundurmaktadır. Yüzey işlemlerine ilave olarak ek adeziv kullanılması sonucu, bağlanma değerlerinde artış gözlenmiştir. Farklı yüzeylerin birbiri ile bağlanabilmesi amacıyla kullanılan primerler indirek restorasyonların adezyonunda oldukça önemli bir yere sahiptir.<sup>40</sup>

Genel olarak metilmetakrilat içeren (MMA) adeziv sistemler, yaşlandırma işlemlerinden sonra bile çekme bağlanma dayanımı üzerinde yüksek oranda dayanıklılık özelliği gösterir. PEEK ve PEKK gibi CAD/CAM polimerlerine MMA içeren adeziv uygulaması, yüzeyde çözünmeye sebep olmakta ve kompozit içeriğinde mevcut olan metil grubuyla bağ kurarak etki göstermektedir.<sup>41,42</sup>

### 2. Adeziv Sistemler

Adeziv sistemler; mine, dentin, amalgam, metal ve porselene olan bağlantıyı artırmak için geliştirilmeye çalışılmaktadır. Adeziv sistemlerin bu önemli özellikleri, hekime bu malzemeleri çeşitli diş tedavileri ve uygulama prosedürleri için kullanma seçeneği sunar.<sup>43</sup> Ayrıca, yapıştırılmış restorasyonların adeziv olmayan, geleneksel yöntemlere göre birçok avantajı vardır. Adeziv teknik, restoratif materyal ile diş ara yüzündeki mikro sızıntıyı azaltarak postoperatif duyarlılığı, marjinal renklenmeyi ve bunun sonucunda da tekrarlayan çürükleri azaltır. Hem diş yapısında hem de restoratif materyallerde meydana gelen fonksiyonel stres, bu sistemler ile daha geniş bir alana yayılabilir. Böylelikle zayıflamış diş yapısını koruyarak, bu yapının daha güçlü bir hale gelmesini sağlar.<sup>44</sup>

Adeziv restoratif teknikler aynı zamanda estetik restoratif diş hekimliği seçeneklerini genişletmiş, bozulmuş veya debonding gösteren restorasyonların, minimum diş yapısı kaybıyla onarılmasına veya değiştirilmesine olanak tanımıştır.<sup>45</sup>

Dental materyaller ve dental doku arasında uygun bağlanma mukavemetini sağlamak için diş hekimliğinde üç adezyon yöntemi kullanılmıştır;

✓ İlk yöntem smear tabakasını modifiye eder ve bunu bonding sürecine dahil eder.

✓ İkinci yöntem smear katmanını tamamen kaldırırken,

✓ Üçüncü yöntem smear katmanını uzaklaştırmak yerine bu tabakayı çözer.<sup>43</sup>

Bu nedenle, birçok adeziv sistem diş dokusu üzerinde asit uygulanmasını gerektirirken, diğer sistemlerde önceden dentin yüzeyinde bir aşındırma gerektirmeyen self-etch primer'lar bulunur.

Kuvvetli bir adezyon oluşturmada yüzeyin temizliği çok önemli bir faktördür. Preparasyon sonrası yüzeyi kaplayan smear tabakası, adherent yüzey enerjisini düşürerek ıslanabilirliği azaltır. Dolayısıyla adezivin adherent yüzeyine akmasını ve yüzeyi ıslatmasını engeller. Diş üzerinde mevcut olan plak, diş taşı, tükürük, smear tabakası ile hava spreyiyle kurutmada havada bulunan yağ ve nem gibi faktörler, yüzey enerjisini azaltarak adezyonu olumsuz yönden etkilemektedir. Dolayısıyla siman ve dentin dokusu arasında daha iyi bir bağlantı oluşturmak amacıyla dentin bonding sistemler (adeziv sistemler) geliştirilmiştir.

Adeziv sistemler; klinik uygulama aşamalarına göre etch&rinse ve self-etch adeziv sistemler olmak üzere 2'ye ayrılırlar.<sup>46</sup>

#### 2.1 Etch&rinse Adeziv Sistemler

• Smear tabakasını ortadan kaldıran sistemlerdir.

• %30-40 oranında uygulanan fosforik asit, dentini demineralize ederek hidroksiapatit yapının ortaya çıkmasını sağlar.<sup>47</sup>

• Hibrit tabaka, hidroksiapatitin demineralizasyonu ile meydana gelen, kollojen ve kolljen fibriller tarafından desteklenen rezin yapının birleşimiyle oluşan bir tabakadır. Dentin aşırı kurutulduğu takdirde bu kollojeni ağ, kollabe olur ve bağlantıyı olumsuz yönde etkiler.<sup>48</sup> Bunu engellemek için dentin hafif nemli bırakılmalıdır.

• Bu sistemin son basamağı olan adeziv bonding ajanı; üreten dimetakrilat (UDMA), bisfenol glisidil metakrilat (bis-GMA) gibi hidrofobik monomerler ile HEMA gibi ıslatıcı yapılardan meydana gelir. Adeziv rezin, hibrit tabakayı stabilize ederek, dentin kanallarında rezin tagların meydana gelmesini sağlar.<sup>3,4,49</sup>

➢ 3 aşamalı sistemler

○ Asit + Primer + Adeziv

○ 4. Jenerasyon bonding ajanıdır.

➢ 2 aşamalı sistemler

○ Asit + Primer- Adeziv

○ 5. Jenerasyon bonding ajanıdır.

#### 2.2 Self-etch Adeziv Sistemler

• Smear tabakasını çözen veya modifiye eden sistemlerdir.

• Dentin demineralizasyonu ve monomer infiltrasyonu aynı zamanda gerçekleşmektedir.

• Ayrı bir asitle pürüzlendirme aşaması olmadığından uygulaması kolay bir sistem olup kavitenin yıkama ve kurutulması esnasında kan ve tükürük kontaminasyonu riskinin önüne geçilmiştir.

• Smear tabakasını tamamen ortadan kaldırmadığından Etch&rinse sistemlere kıyasla daha az dentin tübülü ortaya çıkmaktadır. Post operatif hassasiyet de buna bağlı olarak daha az görülmektedir.<sup>50</sup>

➢ İki aşamalı sistemler

○ Asit- Primer + Adeziv

○ 6. Jenerasyon bonding ajanıdır.

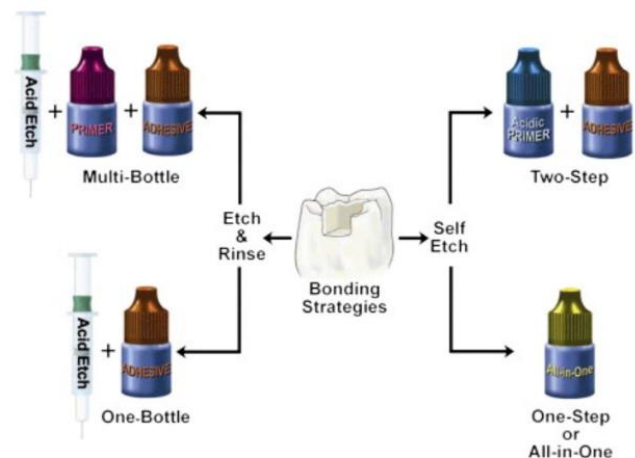
➢ Tek aşamalı sistemler (all in one)

○ Asit- Primer- Adeziv

○ 7. Jenerasyon bonding ajanıdır.

• Etch&rinse ve self-etch adeziv sistemlerin özeti Şekil 4'te özetlenmiştir.

•



Şekil 4. Adeziv Sistemlerin Özeti<sup>51</sup>

### 3. Diş Hekimliğinde Kullanılan Simanlar

Dental simanlar, prepare edilmiş diş ile restorasyon arasında bağlantı veya adezyon sağlayan materyallerdir. Simantasyon ajanının birincil gerekliliği, restorasyonu belirsiz bir süre için yerinde tutması ve restorasyon ile diş arasında sızdırmazlık sağlamasıdır.<sup>52</sup> Tarihsel olarak bir restorasyonun, prepare edilen dişe mekanik olarak bağlantısını sağlamada yapıştırma ajanları kullanılmaktadır.

Dental simanlar, toz ve sıvının karıştırılmasıyla oluşur ve genellikle sertleştiklerinde kırılğan hale gelen materyallerdir. Rezin veya asit içeriklidirler. Asit içerikli olanlarda toz; bazik bir metal oksit veya silika iken, likit ise asidiktir. Asit-baz reaksiyonu, simantasyon matrisi olarak işlev gören bir metal tuzu oluşumuyla meydana gelir.

Dental simanlar; kron simantasyon ajanları, pulpa koruyucu ajanlar veya kavite astar malzemesi olarak kullanım dahil olmak üzere çeşitli dental ve ortodontik uygulamalarda kullanılırlar. Amerikan Diş Hekimleri Birliği'ne göre simanların tümü, belirli bir kalınlığa ve uygun akışkanlığa sahip olmalıdır.<sup>53</sup>

İdeal bir siman aşağıdaki kriterleri sağlamalıdır;

- ✓ Diş ve çevre dokulara zarar vermemeli,
- ✓ Restorasyonu yerleştirmek için yeterli çalışma süresi sağlamalı,
- ✓ Restorasyonun doğru pozisyonunda oturmasına izin verecek kadar akışkan özellikte olmalı,
- ✓ Fonksiyonel kuvvetlere direnebilecek kadar, güçlü sert bir yapısal katman oluşturmali,
- ✓ Mekanik açıdan diş ve restoratif materyale yüksek bağlanma sergilemeli,
- ✓ Makaslama, çekme ve sıkıştırma kuvvetlerine karşı direnç göstermeli,
- ✓ Çözünmemeli ve sızdırmamalı,
- ✓ Radyopak olmalı,
- ✓ Estetik olmalı,
- ✓ Artık siman kalıntıları kolaylıkla uzaklaştırılabilir ve
- ✓ Maliyeti düşük olmalıdır.<sup>54,55</sup>

### 3.1 Rezin İçerikli Simanlar

Ağırlıkça %50-70 oranında cam ve silika içeren rezin simanlar asitle pürüzlendirilmiş diş dokusuna daha çok mikromekanik olmak üzere aynı zamanda kimyasal olarak da bağlanırlar.<sup>56</sup> Son yirmi yılda, diş hekimliğinde estetiğe olan talebin artması, indirekt rezin kompozitlerden seramik materyallerinin çeşitli türlerine kadar, metal içermeyen restorasyonlarda önemli gelişmelerle sonuçlandı. Yine de bu estetik restoratif materyallerin klinik performansı büyük ölçüde simantasyon prosedürüne dayanmaktadır.

Metal içermeyen bir restorasyon için, yapıştırma ajanının istenen özellikleri arasında; doğal diş yapısına benzer optik özellikler, final restorasyonu güçlendirmek için geliştirilmiş mekanik özellikler ve birden çok substrata bağlanma yeteneği bulunmaktadır.

Çinko fosfat ve cam iyonomer gibi geleneksel yapıştırma simanları bu beklentileri karşılamaz. Metal içermeyen indirekt restorasyonların piyasaya sürülmesiyle, alternatif yapıştırma materyallerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Piyasaya sunulan ilk rezin esaslı veya geleneksel rezin simanların, mine ve dentine olan bağlantısını artırmak için dental adezivlerin kullanılması gerekmiştir.

Birkaç çalışma, geleneksel rezin simanların kullanımının, diğer yapıştırıcı simanlar ile karşılaştırıldığında metal içermeyen indirekt restorasyonların mekanik özelliklerini iyileştirebileceğini ortaya koymuştur<sup>57</sup> ve bu uzun vadeli klinik başarı ile doğrudan ilişkilidir.<sup>58</sup> Bununla birlikte, asidik ve hidrofobik özelliklere sahip adeziv sistemleri ile kendi kendine ve dual cure rezin simanlar arasındaki uyumsuzluk sorunları, yeni rezin simanların geliştirilmesinin erken aşamasında rapor edilmiştir.<sup>59,60</sup>

Bağlantı dayanımları geleneksel simanlara göre oldukça fazla olan rezin simanlarda, mikrosızıntı da geleneksel simanlardan daha az oranda görülür. İlk olarak Rochette tarafından 1973'te kullanımı tavsiye

edilmiştir. Diş dokusuna yüksek adezyon gösteren bu simanlar, ağız sıvılarında çoğunlukla çözünmezler. Porselen materyaline kimyasal olarak bağlandıklarından, porselen restorasyonların simantasyonunda tercih edilebilecek en iyi siman türüdür. İnley, onley, indirekt kompozit restorasyonlar, metal destekli olmayan seramik restorasyonlar ile laminate veneerlerde güvenle tercih edilebilir.<sup>61,62</sup>

Rezin simanlar; organik faz, inorganik faz ve bunları birleştiren ara faz olmak üzere üç ana fazdan meydana gelirler.

➤ Organik faz; yüksek vizkoziteli Bis-GMA veya UDMA gibi monomerler ile TEGDMA gibi düşük vizkoziteli monomerin birleşiminden oluşur. UDMA; renklenmeye karşı direnç kazandırmak ve adezyonu geliştirmek amacıyla bu yapıya ilave edilir. Organik faz içerisine kamforokinon gibi kimyasal başlatıcılar ile materyalin kendiliğinden polimerize olmasını engellemek amacıyla 4-metakorfenol gibi inhibitörler dahil edilir.

➤ İnorganik faz; değişen şekil ve büyüklüklerde kuartz, koloidal silika, stronsiyum, borosilikat cam, yitrium ve lityum alüminyum silikat gibi yapılar, polimer matrixin mekanik özelliklerini geliştirmek ve polimerizasyon büzülmesini en aza indirgeyebilmek amacıyla ilave edilir.

➤ Ara faz; metakriloksi propiltrimetoksi silan olarak bilinen bu faz, diğer 2 fazı birbirine bağlayan vinil silan türevidir. Organik matrix ile kovalent bağ meydana getirirken, doldurucuların su ve hidroksil gruplarıyla ester bağlar kurarlar.<sup>63</sup>

Yapılarında inorganik doldurucu ve bağlantı ajanları bulunan rezin simanlar, aynı zamanda hızlandırıcılar, reaksiyon başlatıcılar, eriticiler ve dentin dokusuna bağlanmasını sağlayan fonksiyonel monomerler içerirler.<sup>64</sup> Sıklıkla kullanılan monomerler Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, EDMA, MMA ve MDP'dir.

#### 3.1.1 Rezin Simanların Sınıflandırılması

Rezin simanlar; polimerizasyon yöntemlerine ve adeziv sistem içeriklerine göre sınıflandırılabilir. Adeziv sistem içeriklerine göre; asitlenen ve yıkanan rezin simanlar (total etch), kendinden asitli rezin simanlar (self etch) ve kendinden adezivli (self adeziv) rezin simanlar olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadırlar. Polimerizasyon yöntemlerine göre ise; kimyasal olarak polimerize olan, ışık ile polimerize olan ve hem kimyasal olarak hem de ışıkla polimerize olan dual cure rezin simanlar olarak sınıflandırılmaktadır.<sup>65</sup>

#### Adeziv Sistem İçeriklerine Göre Rezin Simanlar

##### ❖ Total Etch Rezin Simanlar

Total etch uygulamasında, diş dokusuna fosforik asit uygulanırken, restorasyon iç yüzeyine ise primer ve adeziv uygulanır. Uygulanan fosforik asit konsantrasyonu ise %30-40 oranındadır. Bu gruptaki rezin simanlar hem ışıkla polimerize olan hem de dual cure rezin simanlardır.<sup>66</sup>

2 veya 3 aşamada uygulanırlar. 2 aşamalı olanlarda asit uygulaması ayrıca gerçekleştirilirken, primer ve bond birarada bulunmaktadır. 3 aşamalı olanlarda ise asit, primer ve bond aşamaları ayrı ayrı uygulanır. Yapılan bir çalışmada 3 basamaklı olan rezin simanların, 2 basamaklı olanlara kıyasla dentine daha iyi penetre olabildiği ve bağlantı değerlerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.<sup>67</sup>

Asit uygulaması, yüzeydeki hidroksiapatit kristallerini ve smear tabakasını ortadan kaldırmaktadır. Asit işleminin ardından yapılan kurutma esnasında dentinin aşırı ya da yetersiz kurutulmasına bağlı olarak işlem sonrası duyarlılık gözlenebilmesi ve teknik olarak hassasiyet gerektirmesi, bu siman grubunun dezavantajlarındanıdır.<sup>68</sup>

##### ❖ Self Etch Rezin Simanlar

Asit uygulaması ayrı bir aşama olarak bulunmayıp, asit içeren primer'a sahip bir sistemdir. Primer uygulaması sonrası bond uygulamasının bulunduğu 2 basamaklı adeziv sistemlerdir. İşlem sonrası hassasiyetin az olması, total etch rezin simanlardan daha az uygulama basamağı içermesi bu rezin siman grubunun avantajlarındanıdır.<sup>69</sup> Fakat bağlantı değerleri açısından bakıldığında asitlenen ve yıkanan sistemlerden daha düşük bağlanma değerleri sergilemektedir.<sup>68</sup>

##### ❖ Self Adeziv Rezin Simanlar

Hem ışık ile polimerize olan hem de dual cure olan bu simanlar, tek aşamalı sistemlerdir. Herhangi bir asitleme ve yıkama işlemi olmadığından dentin dokusundan smear tabakası uzaklaştırılmadan bağlantı sağlarlar.<sup>66</sup> Siman içeriğindeki monomerin ihtiva ettiği asidik gruplar, smear tabakasını çözerek simanın dentin tübüllerini doldurmasını sağlar. Diş yüzeyine herhangi bir bağlayıcı ajan uygulaması gerek-

tirmeyen simanlardır. Teknik hassasiyet gerektirmeden uygulanması, uygulama yönteminin daha basit olması, uygulama basamaklarını azaltması dolayısıyla kolay ve kısa sürede uygulanabilmesi bu sistemlerin avantajlarıdır.<sup>70</sup>

### Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Rezin Simanlar

#### ❖ Kimyasal Olarak Poimerize Olan Rezin Simanlar (Otopolimerizan-self cure)

Sıklıkla bir baz ve katalizörden oluşur. Bu tarz sistemler çift pat sistem olarak adlandırılırken, toz ve likit şeklinde üretilen sistemler de mevcuttur. Polimerizasyon, peroksit başlatıcılar ve amin hızlandırıcılar bir araya geldiğinde gerçekleşir. Bu yapıların oda ısısında reaksiyonları ile serbest radikaller oluşur. Toz-likit sistemlerinde ise tozu silika, borosilikat yapı ile başlatıcılar oluştururken, likidi ise metilmetakrilat ile Bis-GMA monomerleri oluşturur.<sup>71</sup>

Sertleşme zamanının uzun olması, baz ve katalizörün karıştırıldığı esnada siman içinde hava kabarcığı oluşma ihtimalinin bulunması ve simantasyon sonrası restorasyonun kullanım süresince artan renkleme eğilimleri, bu simanların olumsuz özellikleri arasındadır.<sup>72</sup> Işığın ulaşmasının mümkün olmadığı, tam metal veya metal destekli restorasyonlar ile kalınlığı 2.5 mm'den fazla olan tam seramik restorasyonlarda kullanımı uygundur.<sup>2,73</sup>

#### ❖ Işık ile Poimerize Olan Rezin Simanlar (Light cure)

Tek pattan oluşan sistemler olup polimerizasyon ışık ile gerçekleşir. Polimerizasyonda 420-450 nanometre dalga boyuna sahip mavi ışık kullanılır. Kamforokinon polimerizasyonu başlatıcı yapı olup alifatik aminler ise reaksiyonu hızlandıran ajanlardır. Polimerizasyonunun tamamlanması için 24 saat geçmesi gerekmektedir.<sup>74</sup>

Çalışma sürelerinin uzun olması, simantasyon esnasında artık simanın kolaylıkla uzaklaştırılabilmesi, sertleşme süresinin kısa olması, peroksit başlatıcı veya aromatik amin içermediği için renklerinin daha stabil olması ve uygulanması esnasında hava kabarcığı meydana gelme ihtimalinin daha az olması, bu simanların avantajları arasındadır.<sup>55,75</sup>

Polimerizasyon ışık ile gerçekleştiğinden ışık kaynağı yeterli süre yeterli mesafeden uygulanmadığında veya ışık kaynağının gücü azaldığında tam bir polimerizasyon elde edilememekte ve bu da simanın kimyasal, mekanik ve fiziksel özelliklerinde başarısızlığa sebep olabilmektedir.<sup>76</sup>

#### ❖ Dual Cure Rezin Simanlar

Işıklı sertleşen simanlar ile kimyasal olarak sertleşen simanların özelliklerini birleştiren bu simanlar, çift pat sistemine sahiptirler. Komponentlerin birinde kamforokinon, diğerinde ise benzoil peroksit bulunmaktadır. Endikasyon olarak ışığın ulaşmadığı veya yetersiz olduğu durumlarda tercih edilir.<sup>71</sup> Patlar karıştırıldıktan sonra ışık uygulanana kadar peroksit ve aromatik tersiyer aminlerle sertleşme işlemi kontrol altına alınabilir.<sup>55</sup>

Yaklaşık 24 saat sonra kimyasal polimerizasyon tamamlanmış olur. Işık ile polimerizasyon gerçekleştirilmediği durumda simanın mekanik özelliklerinde zayıflama tespit edilmiştir.<sup>15</sup> Kimyasal olarak polimerize olan rezin simanlar ile karşılaştırıldığında bu gruptaki simanların daha az oranda renk değişimine sebep olduğu görülmüştür. Bu durumun nedeni amin hızlandırıcı oranının bu siman grubunda, kimyasal olarak sertleşen siman grubuna göre daha az oranda bulunmasıdır. Işıklı sertleşen simanlarda ise bu renklenme, dual cure rezin simanlara göre daha da az görülmektedir.<sup>77</sup>

## SONUÇ

Sabit protetik tedavi uygulamalarında restorasyon ve diş arasındaki bağlantının kuvvetli olması çok önemli bir faktördür. Simantasyon prosedürü kritik önem arz etmekle beraber öncesinde materyallere bir takım yüzey işlemleri uygulanarak da bağlantıyı artırmak mümkündür. Yüzey işlemlerinin yanı sıra simantasyon materyalinin de bağlantı üzerinde oldukça fazla önemi vardır. Bu bağlamda rezin simanlarda geleneksel simanlara kıyasla restorasyon ile diş arasında daha az oranda

mikrosızıntı gözlenmekle birlikte renk uyumu, düşük çözünürlük ve yüksek dayanıklılık gibi birtakım üstün özelliklere sahiptir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Bu makalenin değerlendirilmesi dışarıdan editör ataması ile gerçekleştirilmiştir.

**Yazar Katkıları:** Fikir – B.T., N.Y.; Tasarım – B.T., N.Y.; Denetleme – B.T., N.Y.; Kaynaklar – B.T., N.Y.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – B.T., N.Y.; Analiz ve/veya Yorum – B.T., N.Y.; Literatür Taraması – B.T., N.Y.; Makaleyi Yazan – B.T., N.Y.; Eleştirel İnceleme – B.T., N.Y.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Peer-review:** The evaluation of this article was carried out by an external editor.

**Author Contributions:** Concept – B.T., N.Y.; Design – B.T., N.Y.; Supervision – B.T., N.Y.; Resources – B.T., N.Y.; Data Collection and/or Processing – B.T., N.Y.; Analysis and/or Interpretation – B.T., N.Y.; Literature Search – B.T., N.Y.; Writing Manuscript – B.T., N.Y.; Critical Review – B.T., N.Y.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Financial Disclosure:** The authors declared that this study has received no financial support.

## KAYNAKLAR

1. Sakaguchi RL, Powers JM. Craig's restorative dental materials-e-book: Elsevier Health Sciences; 2012.
2. O'Brien WJ. Dental materials and their selection, 2002. Quintessence 2002.
3. Roberson T, Heymann H, Swift E. Sturdevant's Art and science of operative dentistry mosbyInc. St. Louis, Missouri 2002;4:244-246.
4. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, et al. Buonocore Memorial Lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003;28(3):215.
5. Miyazaki M, Tsujimoto A, Tsubota K, et al. Important compositional characteristics in the clinical use of adhesive systems. *J Oral Sci*. 2014;56(1):1-9.
6. Manisalı Y, Koray F. Ağız-diş embriyolojisi ve histolojisi. İstanbul: Yenilik Basımevi 1982:73-98.
7. Bozok Y. Amorf kalsiyum fosfat içerikli verniğin dentin hassasiyeti üzerine etkinliğinin değerlendirilmesi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Periodontoloji Ana Bilim Dalı, Ankara: 2010.
8. Dik Ç. Sulfaktanlı Edta solüsyonlarının genç ve yaşlı dentinin adeziv özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Edodonti Ana Bilim Dalı, Uzmanlık Tezi*, 2017.
9. Yang S-E, Bae K-S. Scanning electron microscopy study of the adhesion of *Prevotella nigrescens* to the dentin of prepared root canals. *J Endod*. 2002;28(6):433-437.
10. Olley R, Sehmi H. The rise of dentine hypersensitivity and tooth wear in an ageing population. *Br Dent J*. 2017;223(4):293-297.
11. Oliveira SS, Pugach MK, Hilton JF, et al. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater*. 2003;19(8):758-767.
12. Summitt JB. *Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach*. Quintessence Publishing Company; 2006.
13. Ren L, Li M, Pan Y, Meng X. Influence of polishing methods on the bonding effectiveness and durability of different resin cements to dentin. *BioMed Res Int*. 2018;2018.
14. Swift EJ, Perdigão J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int*. 1995;26:95-95.

15. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent*. 2003;89(3):268-274.
16. Ouyang L, Zhao Y, Jin G, et al. Influence of sulfur content on bone formation and antibacterial ability of sulfonated PEEK. *Biomaterials*. 2016;83:115-126.
17. Dérand P, Dérand T. Bond strength of luting cements to zirconium oxide ceramics. *Int J Prosthodont*. 2000;13(2).
18. Bruce J, Hewlett R, Jo Y, Hobo H, Sumiya HD. *Contemporary esthetic dentistry practice fundamentals*. Tokyo: Quintessence 1994:60-99.
19. Kim B-K, Bae HE-K, Shim J-S, Lee K-W. The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials. *J Prosthet Dent* 2005;94(4):357-362.
20. Hallmann L, Mehl A, Sereno N, Hämmerle CH. The improvement of adhesive properties of PEEK through different pre-treatments. *Appl Surface Sci*. 2012;258(18):7213-7218.
21. Schmidlin PR, Stawarczyk B, Wieland M, et al. Effect of different surface pre-treatments and luting materials on shear bond strength to PEEK. *Dent Mater*. 2010;26(6):553-559.
22. Della Bona A, Shen C, Anusavice KJ. Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic. *Dent Mater*. 2004;20(4):338-344.
23. Bona AD, Anusavice KJ. Microstructure, composition, and etching topography of dental ceramics. *Int J Prosthodont* 2002;15(2).
24. Özcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int J Prosthodont*. 2002;15(3).
25. Hummel M, Kern M. Durability of the resin bond strength to the alumina ceramic Procera. *Dent Mater*. 2004;20(5):498-508.
26. Della-Bona A. Characterizing ceramics and the interfacial adhesion to resin: II-the relationship of surface treatment, bond strength, interfacial toughness and fractography. *J Applied Oral Sci*. 2005;13(2):101-109.
27. Özcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater*. 2003;19(8):725-731.
28. Oh W-s, Shen C. Effect of surface topography on the bond strength of a composite to three different types of ceramic. *J Prosthet Dent*. 2003;90(3):241-246.
29. Asadzadeh N, Ghorbanian F, Ahray F, et al. Bond strength of resin cement and glass ionomer to Nd: YAG laser-treated zirconia ceramics. *J Prosthodont*. 2019;28(4):e881-e885.
30. Khan AA, Al Kheraif A, Jamaluddin S, Elsharawy M, Divakar DD. Recent trends in surface treatment methods for bonding composite cement to zirconia: a review. *J Adhes Dent* 2017;19(1):7-19.
31. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am*. 2004;48(4):751-770, v.
32. Prause A. Dis hekimligi ve laser sistemleri. *Dişhekimliğinde Klinik Derg*. 2000;13:44-47.
33. Ural Ç, Kalyoncuoğlu E, Balkaya V. The effect of different power outputs of carbon dioxide laser on bonding between zirconia ceramic surface and resin cement. *Acta Odontol Scand*. 2012;70(6):541-546.
34. Chen M, Zhang Y, Yao X, et al. Effect of a non-thermal, atmospheric-pressure, plasma brush on conversion of model self-etch adhesive formulations compared to conventional photo-polymerization. *Dent mater*. 2012;28(12):1232-1239.
35. Han GJ, Kim JH, Cho BH, Oh KH, Jeong JJ. Promotion of resin bonding to dental zirconia ceramic using plasma deposition of tetramethylsilane and benzene. *Eur J Oral Sci*. 2017;125(1):81-87.
36. Tzanakakis E-GC, Tzoutzas IG, Koidis PT. Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2016;115(1):9-19.
37. Manso AP, Silva NR, Bonfante EA, et al. Cements and adhesives for all-ceramic restorations. *Dent Clin*. 2011;55(2):311-332.
38. Alex G. CE 1-Preparing Porcelain Surfaces for Optimal Bonding. *Compendium*. 2008;29(6):324.
39. Pereira CNdB. Influência do padrão de evaporação do silano sobre a resistência de união entre uma cerâmica à base de dissilicato de lítio e um cimento resinoso quimicamente ativado: avaliação in vitro através de um ensaio mecânico de microtração. Luiz Thadeu de Abreu Poletto, Universidade Federal de Minas Gerais. 2006.
40. Awad MM, Alqahtani H, Al-Mudahi A, et al. Adhesive bonding to computer-aided design/computer-aided manufacturing esthetic dental materials: an overview. *J Contemp Dent Practic*. 2017;18(7):622-626.
41. Liebermann A, Wimmer T, Schmidlin PR, et al. Physicomechanical characterization of polyetheretherketone and current esthetic dental CAD/CAM polymers after aging in different storage media. *J Prosthet Dent*. 2016;115(3):321-328. e2.
42. Uhrenbacher J, Schmidlin PR, Keul C, et al. The effect of surface modification on the retention strength of polyetheretherketone crowns adhesively bonded to dentin abutments. *J Prosthet Dent*. 2014;112(6):1489-1497.
43. Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J dentistry* 1998;26(1):1-20.
44. Douglas WH. Clinical status of dentine bonding agents. *J Dent*. 1989;17(5):209-215.
45. Duke ES. Adhesion and its application with restorative materials. *Dent Clin North Am*. 1993;37(3):329-340.
46. Sofan E, Sofan A, Palaia G, et al. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol*. 2017;8(1):1.
47. da Rosa WLdO, Piva E, da Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2015;43(7):765-776.
48. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater*. 2011;27(1):1-16.
49. Li F, Liu X-Y, Zhang L, Kang J-J, Chen J-H. Ethanol-wet bonding technique may enhance the bonding performance of contemporary etch-and-rinse dental adhesives. *J Adh Dent*. 2012;14(2):113.
50. Masarwa N, Mohamed A, Abou-Rabii I, Zaghlan RA, Steier L. Longevity of self-etch dentin bonding adhesives compared to etch-and-rinse dentin bonding adhesives: a systematic review. *J Evid Based Dent Pract*. 2016;16(2):96-106.
51. <https://pocketdentistry.com/new-developments-in-dental-adhesion/>
52. Hill EE. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dent Clin North Am*. 2007;51(3):643-658.
53. Freedman GA. *Contemporary esthetic dentistry*/[edited by] George Freedman: St. Louis, Mo.: Elsevier/Mosby; 2012.
54. Lad PP, Kamath M, Tarale K, Kusugal PB. Practical clinical considerations of luting cements: A review. *J Int Oral Health*. 2014;6(1):116.
55. Pegoraro TA, da Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am*. 2007;51(2):453-471.
56. Dikicier S. Diş Hekimliğinde Adezyon Ve Adeziv Rezin Simanlarda Güncel Yaklaşımlar. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg*. 2016;26(4):152-158.
57. Addison O, Marquis P, Fleming G. Quantifying the strength of a resin-coated dental ceramic. *J Dent Res*. 2008;87(6):542-547.
58. Peumans M, Voet M, De Munck J, et al. Four-year clinical evaluation of a self-adhesive luting agent for ceramic inlays. *Clin Oral Invest*. 2013;17(3):739-750.

59. Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *J Adhesiv Dent*. 2003;5(4).
60. Cheong C, King N, Pashley DH, et al. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. *Oper Dent*. 2003;28(6):747-755.
61. Craig R, Powers J. *Restorative dental materials*. Mosby, St. Louis, Missouri, USA 2002:672-675.
62. Moon HJ, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Effects of various light curing methods on the leachability of uncured substances and hardness of a composite resin. *J Oral Rehabil*. 2004;31(3):258-264.
63. Matinlinna JP, Lassila LV, Özcan M, Yli-Urpo A, Vallittu PK. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont*. 2004;17(2):155-164.
64. Manicone PF, Iommetti PR, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J Dent*. 2007;35(11):819-826.
65. Burgess JO, Ghuman T, Cakir D, Swift J, Edward J. Self-adhesive resin cements. *J esth rest dent*. 2010;22(6):412-419.
66. Ferracane JL, Stansbury J, Burke FJT. Self-adhesive resin cements—chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil*. 2011;38(4):295-314.
67. Carville R, Quinn F. The selection of adhesive systems for resin-based luting agents. *J Irish Dent Assoc*. 2008;54(5).
68. Salza U, Zimmermann J, Salzer T. Self-curing, self-etching adhesive cement systems. *J Adhes Dent*. 2005;7(1).
69. Sensat ML, Brackett WW, Meinberg TA, Beatty MW. Clinical evaluation of two adhesive composite cements for the suppression of dentinal cold sensitivity. *J Prosthet Dent*. 2002;88(1):50-53.
70. De Munck Jd, Van Landuyt K, Peumans M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005;84(2):118-132.
71. Zaimoğlu A, Can G. Sabit protezler. Ankara, AÜ Basımevi 2004:231-235.
72. Albers HF. Tooth-colored restoratives: principles and techniques: PMPH-USA; 2002.
73. KJ A. Phillip's science of dental materials. 11th. Maryland Heights, MO, USA: Saunders: Elsevier Inc 2003.
74. Gürdal P, Akdeniz BG, Hakan Sen B. The effects of mouthrinses on microhardness and colour stability of aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil*. 2002;29(9):895-901.
75. Kim TH, Jivraj SA, Donovan TE. Selection of luting agents: part 2. methods 2006;13:15-17.
76. Jung H, Friedl K-H, Hiller K-A, Haller A, Schmalz G. Curing efficiency of different polymerization methods through ceramic restorations. *Clin Oral Investig*. 2001;5(3):156-161.
77. Berrong JM, Weed RM, Schwartz IS. Color stability of selected dual-cure composite resin cements. *J Prosthodont*. 1993;2(1):24-27.