



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ



BULK FİLL KOMPOZİTLERİN TAMİR BAĞLANMA DAYANIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Olca EROĞLU

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Perihan ÖZYURT

ANKARA

2020

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

BULK FILL KOMPOZİTLERİN TAMİR BAĞLANMA
DAYANIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Olca EROĞLU

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Perihan ÖZYURT

ANKARA

2020

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı'na,

Uzmanlık tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Bulk Fill Kompozitlerin Tamir Bağlanma Dayanımlarının Karşılaştırılması” başlıklı tez, bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan klinik çalışma tarafımdan yapılmış olup, tüm yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Uzmanlık Öğrencisinin Adı Soyadı: Olcay EROĞLU

Tarih:

İmza:

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Restoratif Diş Tedavisi Uzmanlık Programı

çerçevesinde yürütölmüş olan bu çalışma, aşğıdaki jüri tarafından Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:

07/09/2020

Prof. Dr. Adil NALÇACI

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.B.D.

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Perihan ÖZYURT

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.B.D.

Prof. Dr. Hacer DENİZ ARISU

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi

Restoratif Diş Tedavisi A.B.D.

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan.....	ii
Kabul ve Onay.....	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	viii
Çizelgeler	ix

1. GİRİŞ	1
1.1. Kompozit Rezinler	3
1.1.1. Kompozit Rezinlerin Yapısı	3
1.1.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması	6
1.1.3. Kompozit Rezinlerin Güncel Sınıflandırılması	7
1.1.4. Kompozit Rezinlerdeki Son Gelişmeler	9
1.2. Bulk Fill Kompozit Rezinler	13
1.2.1. Bulk Fill Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması	14
1.3. Adeziv Sistemler	18
1.3.1 Adezyon	18
1.3.2. Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması	19
1.4. Tamir	21
1.4.1. Tanımı ve Avantajları	21
1.4.2. Tamir Kriterleri	23
1.4.3. Tamir Kontrendikasyonları	24
1.5. Kompozit Rezin Restorasyonlarda Tamir	26
2. MATERYAL VE METOD.....	31
3. BULGULAR.....	39
4. TARTIŞMA	41
5. SONUÇ.....	52
ÖZET.....	53

SUMMARY	54
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ.....	75



ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca mesleki bilgisini ve manevi desteğini hiçbir şekilde esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Perihan ÖZYURT'a,

Aynı anda başladığımız uzmanlık eğitim sürecinde her anımda yanımda olan, tez hazırlık sürecinde fikir alışverişinde bulunduğum, çok kıymetli eş kıdemlim Dt. Şeyma ÇELEN ACER'e,

Tez çalışmamın deney aşamalarında deneyimleri ve yardımları ile işimi kolaylaştıran fakülte laboratuvar sorumlusu Mustafa YEŞİL'e,

Beraber çalıştığım araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve bölümün tüm personeline,

Hayatımın her anında olduğu gibi tezimin yazım sürecinde de yanımda olan, destek veren, yol arkadaşım, müstakbel eşim Utku FURUNCUOĞLU'na,

Hayatım boyunca bana güvenen, her türlü sevgi ve desteği veren canım aileme, en içten teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

A	Bağlanma Alanı
Al₂O₃	Alüminyum Oksit
ANOVA	Analysis of Variance
Bis-EMA	Bisfenol-A Etoksi Dimetakrilat
Bis-GMA	Bisfenol-A Glisidil Metakrilat
C=C	Karbon çift bağ
EDMA	Etilen Glikol Dimetakrilat
ISO	International Organization for Standardization
LED	Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
Lucirin-TPO	Trimetil Benzoil Fosfin Oksit
MDP	Metaksiriloksidetil dihidrojen fosfat
MDPB	Metasiiloiloksidodesil piridinium bromid
Mm/dk	Milimetre/dakika
mm²	Milimetrekare
MMA	Metil Metakrilat
MPa	Megapascal
mW/cm²	Miliwatt/santimetrekare
N	Newton
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
Nm	Nanometre
PRG	Preacted Glass Ionomer
TEGDMA	Trietilen Glikol Dimetakrilat
UDMA	Üretan Dimetakrilat
UTMA	Üretan Tetra Metakrilat
Mm	Mikrometre
μSBS	Mikro Makaslama Bağlanma Dayanımı
π	Pi Sayısı

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Kompozit rezinlerin yapısının şematik olarak gösterilmesi.....	3
Şekil 2.1. Kompozit örneklerin hazırlanması.....	32
Şekil 2.2. Örnek yüzeylerinin zımparalanması.....	33
Şekil 2.3. Termal siklus cihazı.....	33
Şekil 2.4. Air abrazyon cihazı.....	34
Şekil 2.5. Air abrazyon yöntemiyle yüzey hazırlama işlemi yapılması.....	34
Şekil 2.6. Deney grupları.....	35
Şekil 2.7. Plastik boru ile yapılan tamir işlemi.....	36
Şekil 2.8. Mikro-makaslama bağlanma dayanıklılık test cihazı.....	37
Şekil 2.9. Stereomikroskop ile kırılma tiplerinin analizi.....	38
Şekil 3.1. Grupların ortalama bağlanma dayanım değerleri.....	39

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. Bulk fill kompozitlerin sınıflandırılması.....	16
Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan materyaller.....	31
Çizelge 2.2. Deney grupları.....	35
Çizelge 3.1.Çalışma gruplarının tamir bağlanma dayanımlarının MPa cinsinden standart sapmaları ve ortalama değerleri.....	39
Çizelge 3.2. Ölçüm değerleri.....	40
Çizelge 3.3. Gruplara ait kırılma tiplerinin dağılımı.....	40

1. GİRİŞ

Günümüz diş hekimliğinde restoratif tedavinin amacı, dişlerdeki çürük ve diğer defektleri, doku devamlılığını, bütünlüğünü koruyarak onarmak ve iyi bir estetik sonuç elde etmektir. Bu amaçla inorganik ve organik maddelerden oluşan son derece gelişmiş özellikleri bulunan kompozit rezinler kullanılmaktadır (Sunnegårdh-Grönberg ve ark., 2009; Moszner ve Salz, 2001).

Kompozit rezinler estetik görünümleri, civa içermemeleri, biyouyumlu olmaları, diş dokularına bağlanabilmeleri, gereksiz madde kaybını önlemeleri, diş dokularını destekleyebilmeleri, düşük ısı iletkenlikleri ve tek seansta bitirilebilme gibi özellikleriyle tercih edilen restoratif materyallerdir. Kompozit rezinlerin özelliklerindeki ve performanslarındaki olumlu gelişmeler, bu materyallerin özellikle direkt posterior restorasyonlarda sıklıkla kullanılmalarını sağlamıştır (Sadowsky, 2006).

Kompozitlerin estetik, kolay uygulanabilirlik, dişe iyi bağlanabilme gibi avantajlarının yanı sıra; zamanla sekonder çürük gelişimi, renk değişimi, aşınma ve yetersiz kontur gibi dezavantajları da vardır (Opdam ve ark., 2014). Bu durumlar çoğunlukla polimerizasyon büzülmesi ile ilişkili bulunmuştur (Sarrett, 2005). Bu etmenler sonucu başarısız olan restorasyonların tamamen sökülüp yenilenmesi yerine tamir edilmesi; dişteki gereksiz madde kaybını engellemek, gereksiz preparasyondan kaçınmak, pulpanın ekspoz olmasını önlemek ve hastanın koltukta geçirdiği zamanı azaltmak bakımından tercih edilebilir bir yöntemdir. Yapılan çalışmalar kompozit rezin restorasyonların tamir işleminin uzun vadede uygulanabilir, güvenli ve etkili bir tedavi olduğunu ortaya koymaktadır (Fernandez ve ark., 2015; Blum ve ark., 2003).

Kavitelerin, kompozit rezinlerle restorasyonu sırasında uygulama ve polimerizasyonda altın standart olarak kabul edilen yaklaşım; rezin materyalin tabakalar halinde kaviteye uygulanması prensibine dayanır ve maksimum tabaka

kalınlığı genellikle 2 mm olarak belirtilir (Rueggeberg ve ark., 2000). Fakat özellikle derin kavitelerin restorasyonunda materyalin 2 mm'lik kalınlıklarla tabakalar halinde kaviteye uygulanması; fazla zaman gereksinimi, tabakalar arasında hava kabarcıklarının oluşumu ve kontaminasyon riski gibi olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir (Figueiredo Reis ve ark., 2003). Bu nedenle son zamanlarda birçok üretici firma “bulk fill” olarak isimlendirilen, tek seferde 4-5 mm kalınlığında uygulanabilen yeni tip kompozitleri kullanıma sunmuştur (Yu ve ark., 2017). Bulk fill kompozitlerin düşük polimerizasyon stresleri oluşturarak marjinal kırıkları elimine ettiği ileri sürülmüştür (Burgess ve Cakir, 2010).

Kompozit rezin restorasyonların tamir tedavisinin etkinliğinin, tamir edilecek mevcut kompozit rezin yapısına bağlı olduğu bildirilmiş ve benzer yapıda kompozit rezinlerle tamir edilmesi gerektiği savunulmuştur. Ancak hekimler çoğu zaman tamir tedavisi uygulayacakları restorasyonun daha önce hangi tip kompozit rezinle yapıldığını bilmemektedirler (Loomans ve ark., 2011; Bacchi ve ark., 2013; Baur ve Ilie, 2013).

Kompozit restorasyonları tamir ederken en çok merak edilen konu tamir materyalinin uygun şekilde bağlanıp bağlanmadığıdır (Atalay ve ark., 2018). Literatürde kompozit rezin restorasyonların tamiri ile ilgili birçok çalışma bulunmasına rağmen, kompozit rezin restorasyonların tamirinde önerilecek bir metod mevcut değildir (Loomans ve ark., 2011). Bununla birlikte bulk fill kompozitlerin klinikte kullanılan diğer kompozitleri tamir etmede kullanımına dair çalışmalar kısıtlıdır.

Bu *in vitro* çalışmanın amacı: suni olarak yaşlandırılan aynı yüzey işlemleri uygulanmış geleneksel nanohibrit kompozitle hazırlanmış örneklerin 3 farklı bulk fill kompozitle tamir edildikten sonraki tamir makaslama bağlanma dayanımlarını karşılaştırmak ve başarısızlık sonrasında oluşan kırık tiplerini incelemektir.

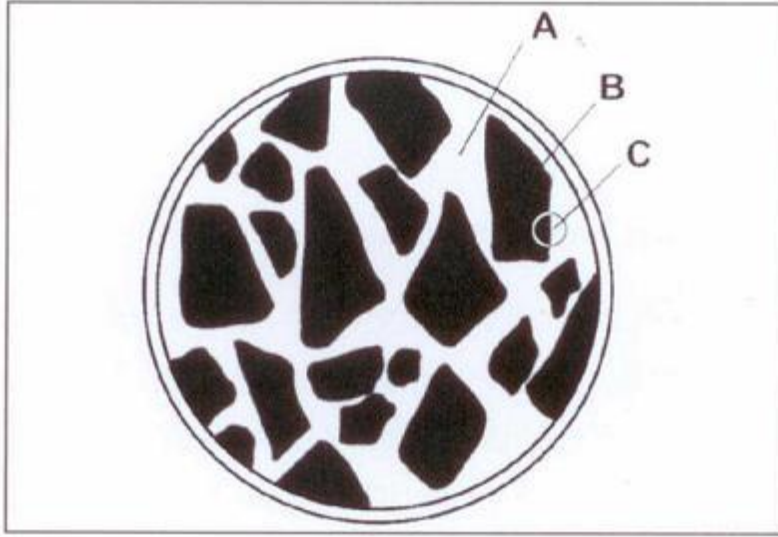
1.1. Kompozit Rezinler

Kompozit rezinler, farklı yapı ve özelliğe sahip iki veya daha fazla materyalin belirgin fazlar oluşturacak şekilde birleştirilmesiyle oluşan ürünlerdir (Gladwin ve Bagby, 2009). Günümüze kadar önemli gelişmeler gösteren ve diş dokularına adezyon ile bağlanan kompozit rezinler, Dr. Ray Bowen tarafından 1962 yılında tanıtılmıştır (Peuttfeld, 1997; Koray ve Yücel, 2002).

1.1.1. Kompozit Rezinlerin Yapısı

Kompozit rezinler 3 ana fazdan oluşmaktadır:

- Organik matriks (polimer matriks)
- İnorganik faz (doldurucu faz)
- Ara faz (bağlayıcı, silan) (Heymann ve ark., 2012; Ferracane, 2011).



Şekil 1.1. Kompozit rezinlerin yapısının şematik olarak gösterilmesi

A. Organik matriks B. İnorganik Doldurucular C. Bağlayıcı Ajan (Dayangaç, 2011)

Organik matriks

Organik matriks, kompozit rezinin kimyasal olarak aktive olan ve polimerizasyon sonucunda rijit bir polimere dönüşen kısmıdır (Noort, 2007). Polimer zincirleri ve çapraz bağlar bu yapıyı oluşturmada önemli rol oynamaktadır (Kaisarly ve Gezawi, 2016). Organik matriks yapı içerisinde temel monomerler, fotobaşlatıcılar, polimerizasyon hızlandırıcılar, polimerizasyon inhibitörleri, ultraviyole stabilizatörleri ve pigmentler yer almaktadır (Dayangaç, 2005; Lien ve Vandewalle, 2010).

En yaygın olarak kullanılan monomer, bisfenol A ile glisidil metakrilatın birleşmesi sonucu oluşan çift fonksiyonlu bir monomer olan Bis-GMA'dır (Roberson ve ark., 2006). Renk değişimine dirençli olan ve iyi adezyon sağlayan, üretan dimetakrilat (UDMA), organik matriks olarak daha sonradan kullanılmaya başlanmıştır (Powers ve Sakaguchi, 2006). UDMA moleküler ağırlık olarak Bis-GMA'ya benzer, ancak moleküler olarak daha esnek olduğu düşünülmektedir (Anusavice, 1996). Her iki monomer de; yüksek moleküler ağırlığa sahip, aşırı derecede visköz olan bileşiklerdir (Ferracane, 1995a; Önal, 2004; Roberson ve ark., 2006; Noort, 2007; McCabe ve Walls, 2008; O'Brien, 2008; Powers ve ark., 2008).

Organik matriksin viskozitesini azaltıp, akışkanlığı arttırmak için trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA), etilen glikol dimetakrilat (EDMA), metilmetakrilat (MMA), bisfenol A etoksi dimetakrilat (Bis-EMA), üretan tetra metakrilat (UTMA) gibi bazı monomerler eklenmiştir (Ferracane, 1995a; Önal, 2004; Hervas-Garcia ve ark., 2006; Roberson ve ark., 2006; Noort, 2007; McCabe ve Walls 2008; O'Brien, 2008; Powers ve ark., 2008). Bu amaçla da en çok trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) ve Bisfenol A glikol dimetakrilat (Bis-EMA) kullanılmaktadır (Froes-Salgado ve ark., 2015). Böylece, başlatıcıların, inhibitörlerin ve doldurucuların yapıya dahil edilmesi kolaylaşmaktadır (Heymann ve ark., 2012).

Kompozit rezinlerin yapısında yer alan, mavi ışığa duyarlı, polimerizasyon mekanizmasını başlatan ışık emici yapılara “fotobaşlatıcı” denilmektedir (Dayangaç,

2005). En çok kullanılan fotobaşlatıcılar, kamforokinon veya trimetil benzoil fosfin oksit (Lucirin-TPO)'tir (Guimarães ve ark., 2014).

Kompozit rezinin saklanması süresince ısı, ışık ve diğer yollarla kendi kendine polimerizasyonunu önlemek amacıyla organik matriks içine inhibitörler eklenir. Genellikle fenol türevi olan 4-metoksifenol ve 2,4,6-terseyerbütilfenol inhibitörleri kullanılır (Willems ve ark., 1993; Bayne, 1994).

Kompozit rezinlerin renk ve translusensi açısından mine ve dentini taklit edebilmesi için materyallere eklenen metal oksit pigmentlerdir (Willems ve ark., 1993). Bazı kompozit materyallerine bu amaçla katılan madde 2-hidroksi-4-metoksi benzofenondur (Bayırlı ve Şirin, 1985).

İnorganik faz

Organik rezin matriks fazından kaynaklı zayıf özellikleri kompanse edebilmek için inorganik matriks fazı kompozit rezinlere eklenmiştir (Gladys ve ark., 1997). İnorganik faz dental kompozitlerin; direncini ve sertliğini artırır (M. Brauer, 1981; Leinfelder ve Roberson, 1983; Lutz ve Phillips, 1983), ısısal değişimlerde boyutsal stabiliteyi sağlar (Klapdohr ve Moszner, 2005), polimerizasyon büzülmesini azaltır (Silikas ve Watts, 1999), radyoopasiteyi artırır (Lee ve ark., 2006) ve enstrümantasyonu kolaylaştırır (Ferracane, 1995b). Kompozit rezinlerde bulunan tipik inorganik doldurucular çeşitli şekil ve büyüklükteki cam partiküller, kuartz, alüminyumsilikat, lityumsilikat, borosilikat gibi partiküllere ilaveten aşınmaya dirençli radyoopak görüntü oluşturan zirkonyum oksit, stronsiyum (Sr), baryum (Ba), çinko (Zn) ve silisyum (Si) gibi elementlerdir (Peutzfeldt, 1997).

İnorganik doldurucular çeşitli içerikte, farklı boyutlarda, şekillerde ve dağılımlarda bulunabilmektedirler ve bu özellikleri kompozit rezinlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir (Gladys ve ark., 1997). Günümüzde genellikle mekanik ve estetik özelliklerinden dolayı nano dolduruculu rezin sistemler kullanılmaktadır (Ferracane, 1995b).

Ara faz

Başarılı bir kompozit rezinin oluşması için organik rezin matriks ile inorganik doldurucular arasında güçlü bir adeziv bağlantı şarttır (Dayangaç, 2005). Organik matriks ile inorganik doldurucular arasında “ara faz” adı da verilen bu bağlanma ne kadar kuvvetli olursa, kompozit rezinin de mekanik özellikleri o derece kuvvetli olacaktır (Noort, 2007; O'Brien, 2008; Gladwin ve Bagby, 2009).

Bu bağlantıyı sağlayan bağlayıcı ajanlar silanlardır ve kompozit rezinlerde en yaygın kullanılan “3-metakriloksipropil trimetoksisilan”dır (Hervas-Garcia ve ark., 2006; McCabe ve Walls 2008; O'Brien 2008; Dayangaç, 2011). Silanlar, iki fonksiyonlu moleküller olup bir taraftan silika partiküllerinin yüzeyindeki hidroksil grubuyla bağ kurarken, diğer taraftan organik matriksteki metakrilat gruplarıyla kovalent bağlar yapmaktadırlar (Heymann ve ark., 2012; Dayangaç, 2005). Böylece, materyalin bütünlüğünü sağlayarak stres transferi düzenlenir ve zayıf olan organik matriksin mekanik özellikleri geliştirilir (Lien ve Vandewalle, 2010; Kaisarly ve Gezawi, 2016).

1.1.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinler; inorganik doldurucu partiküllerin büyüklüğüne, bu doldurucu partiküllerin ağırlık ya da hacim olarak yüzdesine ve matrikse ekleniş şekillerine, polimerizasyon başlatma yöntemlerine ve vizkozitelerine göre sınıflandırılabilirler. Ayrıca yapılmış bir güncel sınıflama da mevcuttur.

Kompozit Rezinlerin Doldurucu Büyüklüğüne Göre Sınıflandırılması

Lutz ve Phillips'in (1983) yaptığı sınıflama şu şekildedir:

1. Megafiller (50-100 μm)
2. Makrofiller (10-100 μm)

3. Midifiller (1-10 μm)
4. Minifiller (0,1-1 μm)
5. Mikrofiller (0,01-0,1 μm)
6. Hibritler (0,04-1 μm)
7. Nanofiller (0,005-0,01 μm).

Kompozit Rezinlerin Doldurucu Tipine Göre Sınıflandırılması

1. Homojen dolduruculu
2. Heterojen dolduruculu
3. Hibrit dolduruculu kompozitler (Sturdevant ve ark., 1995).

Kompozit Rezinlerin Polimerizasyon Şekillerine Göre Sınıflandırılması

1. Kimyasal Yolla Polimerize Olanlar
2. UV Işıklı Polimerize Olanlar
3. Görünür Işıklı Polimerize Olanlar
4. Lazer Işığı ile Polimerize Olanlar
5. Hem Kimyasal Olarak Hem Işıklı Polimerize Olanlar (Dual Cure)
(Dayangaç, 2011; Crispin, 1994).

Kompozit Rezinlerin Vizkozitelerine Göre Sınıflandırılması

1. Kondanse Olabilen
 2. Akışkan
 3. Geleneksel
- olarak sınıflandırılmıştır (Dayangaç, 2011).

1.1.3. Kompozit Rezinlerin Güncel Sınıflandırılması

Güncel sınıflamaya göre ise kompozit rezinler inorganik doldurucu partiküllerin yüzdesi, büyüklüğü ve kompozisyonuna göre 3 temel gruba ayrılmıştır (Randolph ve ark., 2018).

1. Geleneksel Kompozit Rezinler
2. Mikrodolduruculu Kompozit Rezinler
3. Hibrit Kompozit Rezinler

Geleneksel Kompozit Rezinler

Geleneksel kompozit rezinler genel olarak olarak ağırlıkça %70-80 oranında inorganik doldurucu içerirler. Hacim yüzdesi ağırlık yüzdesinden yaklaşık olarak %10-15 daha düşüktür. İnorganik doldurucu içeriği ortalama boyutu 1-50 µm boyutunda kuartz cam partiküllerden oluşmaktadır. Bu materyallerdeki inorganik doldurucu partiküllerin büyük hacmi ve aşırı sert olmaları pürüzlü yüzey yapısına sebebiyet vermektedir (Gladwin, 2009).

Mikrodolduruculu Kompozit Rezinler

Bu kompozitlerde doldurucu partikül oranı hacimce %20-55, ağırlıkça %35-60'dır (O'Brien, 2008). İnorganik doldurucu içeriği ortalama boyutu 0,04 µm boyutunda koloidal silika partiküllerden oluşmaktadır (Gladwin, 2009). Küçük boyutlu doldurucu partiküller restorasyonun çok düzgün bir yüzeyle bitirilmesine olanak sağlar (O'Brien, 2008). Ayrıca küçük partiküllerin ışığı kırma indeksi mineye yakın olduğu için estetik özellikler artmıştır (Noort, 2013).

Hibrit Kompozit Rezinler

Farklı büyüklükteki doldurucu partiküllerin karışımıyla oluşan bu kompozitler, geleneksel kompozit rezinlerin fiziksel ve mekanik özellikleriyle mikrodolduruculu kompozit rezinlerin yüksek estetik ve cilalanabilirlik özelliklerini bir araya getirebilmek amacı ile üretilmişlerdir. Partikül büyüklükleri geleneksel kompozit rezinlerden daha küçük, partikül miktarı ise mikrodolduruculu kompozit rezinden daha fazladır. Doldurucu oranı hacimsel olarak %87'ye çıkarılmıştır. Azalan rezin

matriks oranı dolayısıyla, aşınma dirençleri yükselmiş, polimerizasyon büzülmesi azalmıştır (Wakefield ve Kofford, 2001).

1.1.4. Kompozit Rezinlerdeki Son Gelişmeler

Ormoserler

Ormoser tanımı organik-modifiye-seramik kelimelerinin ilk hecelerinden oluşmuştur (Dayangaç, 2011). 1998 yılında piyasaya sürülen ormoserlerin (Organik olarak Modifiye edilmiş Seramikler) en önemli özelliği, bu materyalin gelişimine kadar kompozit rezinlerin inorganik partikül yapısında, oranında ve boyutunda değişiklikler yapılmaktayken; ormoserlerin geliştirilmesiyle birlikte kompozit rezinlerin organik matriksinde de yapısal değişiklikler yapılmış olmasıdır (Craig, 2001; Albers, 2002; Sturdevants, 2006; Summitt ve ark., 2006; Powers ve Sakaguchi, 2006; Noort, 2007; Mitchell, 2008; Lynch, 2008; Dayangaç, 2011).

Ormoserler temel olarak organik faz, inorganik faz ve polisiloksan olmak üzere üç komponentten oluşur. Organik monomer bölümü sertlik, çapraz bağlanma, polarite ve optik özellikleri etkilerken; inorganik doldurucu bölümü materyalin kimyasal stabilitesinden ve termal ekspansiyondan sorumludur. Polisiloksan ise materyalin elastisitesini, organik bölüm inorganik bölüm arayüz özelliklerini etkilemektedir (Zimmerli ve ark., 2010).

Ormoserlerin avantajları; mine ve dentine mükemmel adezyon, biyouyumluluk, artırılmış estetik, kolay manipüle edilebilirlik ve polimerizasyon büzülmesinde önemli ölçüde azalma sağlamasıdır (Tagtekin ve ark., 2004). Ayrıca Ormoser esaslı kompozitlerin, aşınmaya olan dirençleri ve hem arka hem de ön grup dişlerin restorasyonlarında kullanılabilir olmaları önemlidir (Yücel ve ark., 2004).

Siloranlar

Siloran esaslı kompozitler siloksan ve oksiran moleküllerinin bileşiminden meydana gelmektedir (Weinmann ve ark., 2005). Bir siloran çekirdeği çevresine dört

adet oksiran halkası sarılmasıyla siloran molekülünün yapısı oluşur. Katyonik halka açılımıyla birlikte hacimsel bir genleşme oluşmakta ve bu durum moleküler bağlanma esnasında meydana gelen büzülmeyle kompanse etmektedir (Lien ve Vandewalle, 2010). Bu farklı polimerizasyon sistemi sayesinde polimerizasyon büzülmesinde ve büzülmeye bağlı strese belirgin azalma görülmüştür (Ernst ve ark., 2004a).

Siloksan, hidrofobik yapısı sayesinde su emilimini azaltarak kompozitin fiziksel özelliklerini geliştirir (Weinmann ve ark., 2005). Oksiranlar ise geleneksel Bis-GMA bazlı kompozit rezinlerle karşılaştırıldığında artmış sertleşme derinliği, yüksek dayanıklılık, düşük polimerizasyon büzülmesi gibi avantajlara sahiptir (Eick ve ark., 2002).

Siloran esaslı sistemler metakrilat esaslı sistemlerle karşılaştırıldığında, kenar uyumu, polimerizasyon büzülmesi ve mikrosızıntı açısından siloran bazlı kompozit rezinlerin daha iyi olduğu bildirilmiştir (Thalacker, 2004; Palin ve ark., 2005). Ancak bu materyallerin klinik uygulaması, düşük translusensi ve renk seçeneklerinin az olması sebebiyle posterior dişlerle sınırlı kalmıştır.

Giomerler

Yapısında önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer (prereacted glass ionomer-PRG) doldurucular bulunduran giomerler, rezin esaslı restorasyon materyallerine flor iyonu serbestleştirme özelliği kazandırabilmek amacıyla geliştirilmiştir. PRG doldurucular, su varlığında polialkenoik asit ve fluoroaluminasilikat cam arasında meydana gelen asit-baz reaksiyonu sonucu oluşan bir hidrojel ile elde edilirler (Tyas, 1991).

PRG dolduruculu restoratif materyaller sürekli flor salınımı ve reşarj olabilme özelliğine sahiptir (Ikemura ve ark., 2008). Giomerlerdeki bu özellik cam iyonomer hidrojel komponentten ve rezin matrikste yer alan cam doldurucu miktarından kaynaklanmaktadır (Itota ve ark., 2004).

Nanokompozitler

Nanoteknoloji, materyalleri nanometrelerle ölçülebilecek seviyede işleyen, pek çok çalışma alanını ya da disiplini bir araya getiren multidisipliner bir teknolojidir (Freitas, 2005). Bu teknoloji ile daha küçük boyutlarda inorganik parçacıklar üretilmiş ve böylece üretici firmalar, daha yüksek doldurucu oranına sahip kompozit rezinler üretebilmişlerdir (Ferracane, 1995b). Nanometrik boyuttaki partiküllerin konvansiyonel teknoloji ile üretilen partiküllerle birleştirilmesi sonucu nanohibrit kompozitler, bu partiküllerin rezin matrikse eklenmesi ile nanofil kompozitler elde edilir (Swift, 2005).

Nano dolduruculu kompozit materyaller diğer geleneksel ve hibrit kompozitlere benzer polimer yapıda organik matrikse sahipken, inorganik yapısını oluşturan partiküllerin iki farklı yapısı vardır. Bu yapılardan biri kompozitin inorganik yapısında dağınık bir şekilde bulunan kümeleşmemiş nanomer dolduruculardır. Diğeri ise 50 nm'den daha küçük nanomerlerin gevşek bağlar ile bağlanmasıyla meydana gelen nanomer öbekleridir (nano-cluster) (Davis, 2003; Mitra, 2003; Ure ve Harris, 2003).

Nanokompozitler daha yüksek doldurucu oranı sayesinde mekanik olarak güçlü, yüksek aşınma dirençli (Turssi ve ark., 2005), düşük polimerizasyon büzülmesine sahip (Chen ve ark., 2006), küçük boyutlardaki partikülleri sayesinde iyi cilalanabilirlik gösteren ve gelişmiş optik özelliklere sahip materyallerdir (Mitra ve ark., 2003).

Antibakteriyal Özellikli Kompozit Rezinler

Antibakteriyel özelliğe sahip olan kompozit rezinler iki şekilde elde edilebilir (Gökçe, 2005). Rezin matriksin içine klorheksidin gibi çözünebilir antimikrobiyal ajanlar eklenir ve materyalden salınarak etkinlik gösterir. İkinci yöntemde ise, rezin matriks içinde antimikrobiyal ajanın sabit kalması sağlanır. Yeni geliştirilen 12-metasiriloiloksidodesil piridinium bromid (MDPB) monomeri matriks içinde sabit

kalıp dışarı salınmadan, bakteri üremesi ve plak birikimine karşı engelleyici etki gösterir (Imazato ve ark., 1999).

İyon Salabilen Kompozit Rezinler

Bu kompozit rezinler kalsiyum, hidroksil ve florür gibi fonksiyonel iyonlar salarak, mikroorganizmaları ve asitleri etkiler. Böylece diş sert dokularının demineralizasyondan korunmasını sağlar. Materyalin dış tabakasındaki pH değerine bağlı olarak açığa çıkan iyonların miktarı değişir. Dental plak varlığında pH düşer ve iyon salınımı artar, pH yükseldiğinde ise iyon salınımı azalır (Manhart ve ark., 2000).

Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezinler

Son zamanlarda özellikle molar dişlerde yüksek stres alan bölgelerde kullanılmak üzere fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler üretilmiştir (Garoushi ve ark., 2007). Fiberle güçlendirilmiş kompozitler, alt yapıyı oluşturmak için kullanılan fiber ve dış veneer yapıyı oluşturmak için kullanılan hibrit ya da mikrodolduruculu partiküller içeren kompozit yapı olmak üzere iki yapının birleşiminden oluşmaktadır (Freilich ve ark., 2002).

Fiber doldurucuların güçlendirebilme etkisi, oluşan stresin polimer matriksten fiberlere aktarılabilmesinden ve fiberlerin çatlak oluşumuna dayanıklı yapısıyla güçlü bir destek altyapı oluşturmasından kaynaklanmaktadır (Garoushi ve ark., 2012). Mekanik test sonuçları, kısa fiber doldurucuyla güçlendirilmiş rezin kompozitlerin geleneksel partiküllü doldurucuya sahip rezin kompozitlerle kıyaslandığında daha fazla yük taşıma kapasitesi, eğilme ve kırılma dayanıklılığına sahip olduğunu göstermektedir (Garoushi ve ark., 2011).

1.2. Bulk Fill Kompozit Rezinler

Kompozit rezinlerdeki gelişmelere rağmen bu restorasyonlarda zaman içerisinde oluşan marjinal renklenme ve kenar uyumsuzlukları, tüberkül fraktürleri, mikrosızıntı, tekrarlayan çürükler ve restorasyon sonrası hassasiyet gibi olumsuz sonuçlar genellikle kompozitlerin polimerizasyon büzülme stresi ile ilişkilendirilir (Irie ve ark., 2002; Sakaguchi ve ark., 1992; Ferracane, 2008; Ferracane ve Mitchem, 2003). Polimerizasyon büzülmesini azaltmak amacıyla kompozitlerin inkremental teknikle (tabakalar halinde) uygulanması önerilmektedir (Aydın ve ark., 2019). Kullanılan kompozit rezin materyalleri dişe en fazla 2 mm kalınlıklarda tabakalama tekniğiyle yerleştirilebilmektedir. Kompozit rezinler tabakalama tekniğiyle uygulandıklarında restorasyon süreleri uzarken, kompozit rezin tabakaların arasında hava sıkışması veya nemle kontamine olma riski bulunmaktadır (Flury ve ark., 2012). Ayrıca derin restorasyonlarda her aşamada 2 mm tabakalamak hem zor hem de zaman alan bir tekniktir (Hamlin ve ark., 2016).

Kompozitlerin kaviteye daha büyük kütlelerde ve daha fazla kalınlıkta uygulanabilmesini sağlamak amacıyla son yıllarda “bulk fill kompozitler” geliştirilmiştir (Karaman ve ark., 2012; Donadio-Moura ve ark., 2005). Kompozit materyalin adı aynı zamanda tekniğin adını oluşturmaktadır. Tek tabakalı olarak uygulanmasıyla klinik çalışma süresini azalttığı ve hasta-hekim konforunu arttırdığı bilinmektedir (El-Safty ve ark., 2012; Lazarchik ve ark., 2007).

Bulk fill kompozitler, polimerizasyon derinlikleri arttırılmış, polimerizasyon büzülme stresleri ile kaspal defleksiyon oranları kontrol altına alınmış ve kaviteye 4-5 mm kalınlığında yerleştirilebilen kompozit rezinlerdir (Moorthy ve ark., 2012; Ilie ve Hickel, 2011). Bu tür kompozit rezinlerin kavite içerisinde 4-5 mm’ye kadar polimerize olduğu, polimerizasyon büzülmesinin azaltıldığı ve kaviteye tek bir kütle halinde uygulanıp polimerize edilmesinin daha hızlı bir yöntem olduğu iddia edilmektedir (Lazarchik ve ark., 2007). Restorasyon yapılırken bulk fill kompozitlerin kullanılması, zaman tasarrufunun yanı sıra, tabakalama tekniğinde ortaya çıkabilecek, tabakalar arasında nem kontaminasyonu olması ve boşluk

kalması ihtimalini de ortadan kaldırarak daha kompakt restorasyonlar elde edilmesini sağlar (Park ve ark., 2008).

Bulk fill kompozitlerin kalın tabakalar halinde uygulanabilmesi, bu materyallerin foto başlatıcı dinamiklerinin geliştirilmesi ve translüsensi özelliklerinin artırılmasıyla açıklanmaktadır (Lassila ve ark., 2012). Bu tür kompozitlerin translüsentliğinin artması ışık penetrasyonunu kolaylaştırır ve daha derin bir polimerizasyon sağlar (Fleming ve ark., 2008; Flury ve ark., 2012). Üreticiler bulk fill kompozitlerin polimerizasyon derinliğini artırmak için çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bu yöntemler: doldurucu oranının azaltılması, doldurucu partikül boyutunun artırılması ve ek foto başlatıcıların kullanılmasıdır (Lee, 2008).

Bulk fill kompozitlerden biri olan Tetric EvoCeram Bulk Fill'de polimerizasyon derinliğini arttırmakta kullanılan farklı bir strateji ise, organik matrikse polimerizasyon başlatıcısı olarak bilinen kamforokinona ek olarak, germanyum bazlı bir başlatıcı olan "Ivocerin" ilavesidir. Bu yeni inisiyator sistem kamforokinona göre ışığı daha iyi absorbe eder ve daha yüksek bir fotopolimerizasyon aktivitesi gösterir (Bucuta ve Ilie, 2014).

Geleneksel rezin bazlı kompozitlerde, doldurucu oranının artırılmasıyla birtakım fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmış, örneğin; artan doldurucu oranıyla birlikte azalan rezin matriks hacmiyle polimerizasyon büzülmesinin azaltılması hedeflenmiştir (Aw ve Nicholls, 2001). Doldurucu partikül boyutunu küçültme, oranını artırma yaklaşımı, bulk fill rezin bazlı kompozitlerde modifiye edilmiş ve doldurucu oranı azaltılmış, partikül boyutları artırılmış kompozitler üretilmiştir. Bu yaklaşımla artmış doldurucu partikül boyutu sayesinde doldurucu partikül-rezin matriks arayüzü azalmış, ışığın daha az saçılması, daha çok penetrasyonu sağlanmıştır (Bucuta ve Ilie, 2014).

1.2.1. Bulk Fill Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Bulk fill kompozitlerin mekanik özellikleri konvansiyonel kompozitlerde olduğu gibi içerdikleri inorganik doldurucu miktarına bağlı olarak farklılık gösterir.

Bu nedenle bu tür kompozit rezinler düşük viskoziteli (akışkan) bulk fill kompozit rezinler ve yüksek viskoziteli (kondanse edilebilir) bulk fill kompozitler olarak ikiye ayrılırlar (Çizelge 1.1). Yüksek viskoziteli olanlar yüksek doldurucu oranına sahip olduklarından yüzey aşınma direnci yüksektir ve yüzeyleri serttir (Van Ende ve ark., 2017). Kavite restorasyonu sırasında, yüksek vizkositeli bulk fill kompozitler kullanılarak, kavite tamamen doldurulup restorasyon bitirilebilir. Aynı durum düşük vizkoziteli bulk fill kompozitler için geçerli değildir (Ilie ve ark., 2013). Düşük viskoziteli bulk fill kompozit rezinlerin yüzey sertlikleri daha düşük, su emilimi daha yüksek ve mekanik özellikleri yetersizdir (Burgess ve Cakir, 2010). Düşük vizkoziteli bulk fill kompozit rezinler kullanıldığında, restorasyonun son tabakasına kondanse edilebilen bir kompozit rezin yerleştirilerek restorasyon bitirilebilir (Ilie ve ark., 2013). Yani bulk fill kompozitlerin tümü final restoratif materyal olmak üzere üretilmemiştir (Burgess ve Cakir, 2010).

Diğer yüksek viskoziteli kompozitlerden farklı olarak, sonic olarak aktive edilen Sonic Fill 2 (Kerr) kompozit, özel dizayn edilen el aleti ve sonik titreşim ile yüksek viskoziteden düşük viskoziteli kompozite dönüşür. Dolayısıyla daha akıcı kıvamda olan kompozit kaviteye daha kolay uygulanabilir (Chesterman ve ark., 2017).

Çizelge 1.1. Bulk fill kompozitlerin sınıflandırılması (Chesterman ve ark., 2017)

	Bulk fill kompozit	Bulk fill base kompozit	Sonic-active olan bulk fill kompozit	Dual sertleşen bulk fill kompozit
Bulk fill kompozitler	Filtek Bulk Fill Posterior Restoratif (3M ESPE, ABD) Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn) REVEAL HD Bulk*(Bisco, U.S.A) GrandioSO x-tra (Voco, Almanya) Estelite Bulk Fill flow* * (Tokuyama, Japonya)	SDR (Dentsply, ABD) Filtek Bulk Fill Flowable (3M ESPE, ABD) Venus Bulk Fill (Heraeus Kulzer, Almanya) Tetric Evo Flow Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn) X-tra base (Voco,Almanya) Parkell LC base Bulk Fill (Parkell, ABD)	SonicFill 2 (Kerr,ABD)	Fill Up (Coltene, İsvicre) HyperFil (Parkell, ABD)
Vizkositesi	Yüksek	Düşük	2 fazlı (yüksek-az)	Orta
Polimerizasyon derinliği	4 mm	4 mm*	5 mm	Yok
Geleneksel kompozit ile kapatma	Yok	Var	Yok	Yok

* Filtek Bulk-Fill Akıcı (sınıf 1 kavite = 4 mm, sınıf 2 kavite = 5 mm), REVEAL HD Bulk 5-6 mm.

** Estelite Bulk Fill flow viskozitesi düşüktür.

Bu kompozitler polimerizasyon yöntemlerine göre ise; kimyasal, ışık ve dual sertleşen şeklinde sınıflandırılır. Işık ile polimerize olan bulk fill kompozitler geleneksel kompozitler gibi 420-470 nm dalga boyunda aktive olmaktadır (Zaruba ve ark., 2013). Bu kompozitler için üreticiler farklı ışıklandırma süresi ve polimerizasyon derinliği önermektedirler. Piyasada iki adet dual sertleşen bulk fill kompozit rezin bulunmaktadır. Bu kompozitler hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olur. Restorasyonun polimerizasyonu ışık ile başlatılır ve ışığın ulaşamayacağı en derin noktalar zaman içerisinde kimyasal olarak polimerize olur. Bu özelliklerinden dolayı

dual sertleşen bulk fill kompozitler tek bir yerleştirmede 10 mm derinliğe kadar kullanılabilirler (Chesterman ve ark., 2017).

Bulk Fill Kompozit Rezinlerin Yapısı, İçeriği

Bulk fill kompozit rezinler, geleneksel kompozit rezinlerin monomer kimyasında yapılan değişiklikler sonucu elde edilmiştir (Guan ve ark., 1992). Üreticiler Bowen monomeri (Bis-GMA: 2,2-Bis [4- (2-hydroxy-3-methacryloxypropoxy) phenyl] propane) olarak adlandırılan bir monomerin kimyasını değiştirerek düşük viskoziteli yeni bir monomer elde etmişlerdir (Czasch ve Ilie, 2013). Modifiye edilmiş metakrilat rezinleri sayesinde polimerizasyonun geciktirildiği ve işlenebilirlik süresinin uzatıldığı rapor edilmiştir (Moorthy ve ark., 2012).

İlk üretilen bulk fill kompozit rezinlerden olan SDR (Dentsply) “Stress decreasing technology patentli yüksek molekül ağırlıklı UDMA” içerir. SDR içerisindeki UDMA’da polimerizasyon kinetiğini kontrol edebilen fotoaktif gruplar vardır (Jin ve ark., 2009). Bu yapı polimerizasyon için gerekli ışığın kompozit rezinin daha derin tabakalarına ulaşmasına imkan vererek, restorasyonun “bulk” tekniği ile 4 mm kalınlığında uygulanabilmesine olanak sağlamaktadır (Zaruba ve ark., 2013).

Geleneksel kompozit rezinlere göre inorganik içeriklerinde de birtakım değişiklikler bulunmaktadır. İnorganik doldurucu oranları üretici firmalarına göre farklı olmakla birlikte daha çok; ytterbium triflorid (Filtek Bulk Fill, 3M ESPE, Seefeld, Almanya) (Tetric EvoCeram Bulk Fill, Ivoclar Vivadent, AG, Lihtenştayn), proakrilat, zirkonyum/silika (Filtek Bulk Fill, 3M ESPE, Seefeld, Almanya), baryum camı, karmaoksit (Tetric EvoCeram Bulk Fill, Ivoclar Vivadent, AG, Lihtenştayn) partikülleri içerirler. Bu partiküller, radyoopasiteyi artırır ve ışık etkisinin derinlere ulaşmasını ve polimerizasyon derinliğinin artmasını sağlar (El-Safy ve ark., 2012; Lazarchik ve ark., 2007).

1.3. Adeziv Sistemler

Son yıllarda araştırmacılar hem restorasyon materyallerinin fiziksel, kimyasal, mekanik ve biyolojik özelliklerinin geliştirilmesine hem de bu materyallerin dişin sert dokularına adezyonla bağlanmasına ağırlık vermişlerdir. Restoratif diş hekimliğinde adezyonun sağlanması için atılan ilk önemli adım asitle pürüzlendirme yönteminin bulunmasıdır. Bunu sırasıyla adeziv sistemlerin bulunmasıyla mine ve dentin bonding izlemiş ve günümüzde adeziv diş hekimliği adı verilen bir kavram ortaya çıkmıştır (Dayangaç, 2000).

1.3.1 Adezyon

İki farklı maddenin birbiri ile yakın temasa getirildiklerinde maddelerden birinin moleküllerinin diğer maddenin moleküllerine bağlanması veya birbirlerini çekmesi sırasında oluşan kuvvete adezyon denilmektedir. Adezyonu oluşturan maddeye “adeziv”, adezivin uygulandığı maddeye ise “adherent” denir (Eick ve ark., 1993).

Diş Hekimliğinde Adezyon

Diş hekimliğinde, diş yüzeyine bağlanma mekanizmasını açıklamak üzere, ara yüzde meydana gelen üç tip etkileşim tanımlanmaktadır (Özkul ve Küçükeşmen, 2012):

a) Fiziksel Bağlanma: Fiziksel bağlanma iki yüzey arasında hidrojen bağları, Van der Waal's kuvvetleri ve elektrostatik etkileşimler ile oluşan bağlanmadır ve diğerlerine göre daha zayıftır.

b) Kimyasal Bağlanma: İki farklı yüzeyin atomları arasındaki etkileşimle iyonik, kovalent veya hidrojen bağları ile oluşan bağlanmadır.

c) Mekanik Bağlanma: Girintili, çıkıntılı ve pürüzlü bir yüzey ile adeziv sistem arasında oluşan güçlü bir bağlanmadır. Diş dokularına bağlanmada en çok kullanılan yöntem mekanik bağlanmadır (Perdigao ve Swift, 2006).

1.3.2. Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması

Adeziv sistemler, temelde klinik uygulama prosedürleri ve adezyon stratejilerine göre sınıflandırılmaktadır. Asitle pürüzlendirme aşamasının ayrı olup olmaması üzerine kurulan 2 ana adeziv sistem mevcuttur: Self-etch ve Total-etch (etch&rinse) adeziv sistemleri (Masarwa ve ark., 2016; Van Landuyt ve ark., 2006).

Total-etch Adeziv Sistemler

Adeziv restorasyonlar ile ilgili retansiyonun geliştirilmesi açısından önemli gelişmeler 1990'ların başlarında fosforik asit ile mine ve dentinin aynı anda asitlenmesi konseptini benimseyen total etch tekniğinin tanıtılmasıyla başlamıştır (Barkmeier ve ark., 1996; Trevino ve ark., 1996; Van Meerbeek ve ark., 1996). Pürüzlendirme işlemi %34-37 konsantrasyondaki fosforik asit jeller ile gerçekleştirilmektedir.

Bu sistemlerde adezivlerin mekanik olarak bağlanmalarını sağlamak amacıyla ilk aşamayı asit uygulama ve yıkama işlemleri oluşturur (Van Meerbeek ve ark., 2005). Bu nedenle total etch adeziv sistemler “etch and rinse” adezivler şeklinde de adlandırılmaktadırlar (Munck ve ark., 2005). Asit uygulanması ile yoğun bir şekilde mineralize olan peritübüler dentinin demineralizasyonu ile tübül ağzları huni şeklinde açılır (Dayangaç, 2000). Bu işlemi takiben primer ve bonding ayrı ayrı veya bir şişe içerisinde uygulanır.

Etch and rinse sistemlerin ilk aşamasını oluşturan dördüncü jenerasyon adeziv sistemler; asit, primer ve bağlayıcı ajan uygulaması ile 3 basamakta yapılmaktadır (Van Meerbeek ve ark., 1994). Sonraki yıllarda 4. jenerasyon adezivlerin uygulama zorluğu ve basamakların fazlalığı nedeniyle primer ve bağlayıcı ajanların tek bir şişede toplanmasıyla basamak sayısının ikiye indiği beşinci jenerasyon adeziv sistemler geliştirilmiştir (Leinfelder, 1993).

1. Üç aşamalı etch&rinse (4. Nesil): Asit + primer + bonding ajan
2. İki aşamalı etch&rinse (5. Nesil): Asit + (primer-bonding ajan)

Self-etch Adeziv Sistemler

Self etch adezivler, etch and rinse sistemlerden farklı olarak yıkama işlemi gerektirmemekle birlikte mine ve dentini aynı anda pürüzlendirip primer uygulamasına olanak sağlamaktadır. Ayrı bir asit ile pürüzlendirme aşaması içermediği için basitleştirilmiş bir adeziv sistemdir (Giannini ve ark., 2015). Bu sistemler daha kısa çalışma zamanı, daha az uygulama basamağına sahip olması ve daha az teknik hassasiyet gerektirmesi gibi avantajlara sahiptir (Peumans ve ark., 2010; Akimoto ve ark., 2007; Van Dijken ve ark., 2007).

Asitle pürüzlendirme aşamasının olmaması, hem uygulama kolaylığı hem de kavitenin yıkanması ve kurutulması esnasında kan ve tükürük ile tekrar kontamine olma ihtimalini azaltmaktadır. Ayrıca, smear tabakasını çözdüğü için dentin tübülleri daha az açığa çıkmaktadır ve tübüller içinde yer alan sıvı akışı daha az görülmektedir. Bu nedenle, post-operatif hassasiyetin daha az olduğu bildirilmiştir (Dayangaç, 2005; Masarwa ve ark., 2016).

Self etch adezivler, self-etch primer ve adeziv rezinin aynı ya da ayrı şişede bulunmasına bağlı olarak iki aşamalı ya da tek aşamalı olarak adlandırılırlar (Van Meerbeek, 2011).

1. İki aşamalı self-etch (6. nesil): (Asit-primer) + bonding ajan
2. Tek aşamalı self-etch (all-in-one) (7. Nesil): Asit-primer-bonding ajan

Universal Adeziv Sistemler

Adeziv teknolojisinde son olarak universal ya da multimod olarak adlandırılan ve hem self-etch hem de total-etch olarak kullanılan tek şişe adezivler üretilmiştir. Bu multimod adezivler hem self-etch hem de total-etch sistemlerin avantajlarını bir

arada bulundurmakta ve minenin selektif olarak asitlenmesi tekniğinin uygulanmasına da olanak sağlamaktadır (Marchesi ve ark., 2014).

Universal adezivler geleneksel tek aşamalı self-etch adezivlerle benzer bir içeriğe sahip olmakla birlikte, çoğu universal adeziv ayrıca hidroksiapatit içindeki kalsiyuma iyonik olarak bağlanan metakriloiloksidodesil dihidrojen fosfat (10-MDP) monomeri içerir (Yoshihara ve ark., 2013; Yoshida ve ark., 2012). Universal adeziv sistemlerin pH'sı genellikle 2,8'in üzerindedir (2,8-3,5 arası) ve bu sistemler ultra hafif asidik olarak kabul edilir. Bu kadar düşük asiditeye sahip bir adezivin yüksek bağlanma dayanım değerleri göstermesi, araştırmacıları bu konuya yönlendirmiş ve yapılan çalışmalar sonucunda ultra hafif asidik universal adezivlerin bağlanma dayanım değerlerinin kısa ve uzun dönemde yüksek bulunmasında içeriğindeki fonksiyonel monomer MDP'nin yüksek öneminin olduğu bildirilmiştir (Perdigao ve Loguercio, 2014; Frankenberger ve ark., 2008).

1.4. Tamir

1.4.1. Tanımı ve Avantajları

Direkt restorasyonlar, diğer tüm restorasyon formlarıyla ortak olarak, “aşınma ve yıpranma” sonucunda bozulmaya uğrar ve sekonder çürüklere duyarlı hale gelebilir. Restorasyonlardaki lokalize defektler ve restorasyon sınırlarına komşu sekonder çürük lezyonları genel diş hekimliğinde en sık görülen klinik problemler arasındadır (Mjör ve ark., 2000; Blum ve Özcan, 2018). Bu problemlerin giderilmesi için duruma göre restorasyonların yenilenmesi, tamiri ya da polisajlanması gerekebilir (de Carvalho Martins ve ark., 2018; Martin ve ark., 2013).

Günümüz diş hekimliğinde, daimi dişlerdeki defektli restorasyonlar yaygın olarak yenilenmektedir. Restorasyonun yenilenmesi, restoratif materyalin tamamen uzaklaştırılarak değiştirilmesidir (Gordan ve ark., 2009a; Martins ve ark., 2018) ve bu işlem genel diş hekimleri tarafından gerçekleştirilen tedavilerin yaklaşık yarısını oluşturur (Blum ve Özcan, 2018). Bununla birlikte, toplam restorasyon değişimi birçok durumda aşırı girişimsel olarak kabul edilebilir, çünkü çoğu durumda

restorasyonun çoğunun (>%80) klinik ve radyografik olarak sağlam olduğu görülebilir (Gordan ve ark., 2003; Blum, 2008). Ayrıca, restorasyonun yenilenmesi sağlıklı diş dokusunun gereksiz yere çıkarılması yoluyla, geri kalan diş yapısının zayıflamasına neden olmakta hatta bu işlem bazen pulpa ekspozuyla bile sonuçlanabilmektedir. Dolayısıyla, defektli ancak tamir edilebilecek durumdaki restorasyonların tamamen uzaklaştırılması, bilimsel olmaktan uzak ve yanlış bir uygulamadır (Gordan ve ark., 2012; Blum ve Özcan, 2018). Bu nedenle, daha güncel ve doku dostu bir uygulama olarak, son yıllarda restorasyonların yenilenmesi yerine tamir edilmesi önerilmektedir (Moncada ve ark., 2009; Martin ve ark., 2013; Gordan ve ark., 2009a).

Sekonder çürüğün teşhisi, diş hekimliği uygulayıcıları arasında değişkendir ve genellikle objektif kriterlere dayanmamaktadır (Kay ve ark., 1988; Noar ve Smith, 1990; Bader ve Shugars, 1992; Frencken ve ark., 2012). Çoğu diş hekimi, bu tür restorasyonların sistematik olarak izlenmesi dahil olmak üzere, asgari müdahale seçeneklerinden birinin yerine, örneğin, kuşku duymak yerine bekle ve izle gibi, müdahalelerin seçilmesiyle “koruyucu diş hekimliği” yaklaşımını benimsemektedir (Blum ve ark., 2014).

Klinik veya radyografik başarısızlık kanıtı bulunmayan bir restorasyonun, sağlam bölümünün yerinde bırakılıp, hasarlı veya kırık bölümünün yeni bir dolgu materyaliyle onarılmasına “tamir” denir (Hickel ve ark., 2010; Loomans ve Özcan, 2016). Restorasyonların yenilenmesi yerine tamiri daha konservatif bir yöntemdir. Restorasyonlardaki lokalize defektlere yönelik bu tür yaklaşımların ana avantajı, sağlam diş dokusunun gereksiz yere çıkarılmasının önlenmesi, restore edilmiş dişlerin işlevde yüke daha fazla dayanabilmesi ve sonuç olarak gelişmiş bir prognoz olmasıdır. Aynı zamanda bir restorasyonu yenilemek yerine onarmanın birçok farklı avantajı şu şekilde özetlenebilir:

- Diş yapısının korunması,
- Restorasyon ömrünün uzaması,
- Dental pulpa üzerindeki potansiyel zararlı etkilerin azaltılması,
- Tedavi süresinin azalması,

- Hastaya daha az maliyetli olması,
- Tamirin kapsamlı olmaması koşuluyla lokal anesteziye gerek duyulmaması,
- Bitişik dişlerde iatrojenik hasar riskinin azalmasıdır (Blum, 2008; Blum ve ark., 2011; Blum ve Özcan, 2018; Blum ve Lynch, 2014).

1.4.2. Tamir Kriterleri

Tamamen restorasyon değişiminin aksine tamir kriterleri genel olarak iki kategoriye ayrılabilir: bunlar hasta merkezli ve diş özü kriterler.

Hasta merkezli kriterler

Dental olarak motive olmuş, düzenli olarak katılan, iyi bir ağız sağlığı standardını koruyan ve restorasyonların düzenli olarak izlenebildiği iyi bilgilendirilmiş hastalar tamir prosedürleri için iyi adaylardır. Tamir uygulamaları için uygun olan diğer bir hasta grubu ise karmaşık tıbbi öyküleri veya sınırlı işbirliği kapasitesi olan hastaları içerir. Bu gibi hastalarda, müdahalenin doğası zaman ve karmaşıklık açısından sınırlandırılmalıdır. Polisaj ve tamir işlemleri genellikle lokal anesteziye ihtiyaç duyulmadan gerçekleştirilebilir ve bu nedenle özellikle karmaşık tıbbi geçmişleri ve dental anksiyetesi olan hastalar için avantajlıdır.

Hastaların tamir prosedürünün doğasını ve bu prosedürün restorasyon değişiminden nasıl farklı olduğunu anlamaları önemlidir. Tamir prosedürü için aydınlatılmış onam alınırken, yenilenen diş yapısının prognozu üzerindeki etkisi açısından değiştirme stratejisinin dezavantajlarının ana hatlarıyla çizilmesi önemlidir. Benzer şekilde, tamir stratejisinin diş yapısını ve minimal girişimsel doğasını koruma açısından avantajları da ortaya konmalıdır.

Klinik olarak teşhis edilen sekonder çürüklerin varlığında restorasyonun tamir edilip edilmeyeceğine veya değiştirilmesine karar verirken, düşük çürük riski olan bir

hastada değiştirilmesi yerine tamir kararının en uygun olacağı muhtemeldir. Çürük riski düşük olan bir hastada restorasyonun değiştirilmesi kararı verilirse, preparasyon gereksiz şekilde büyütülür ve diş zayıflar. Oluşan daha büyük restorasyonlar; restorasyonda başarısızlığa yatkınlığı artırabilir, restore edilen dişin ömrünü riske atılabilir ve daha sonra, endodontik tedavi de dahil olmak üzere daha karmaşık, pahalı bir başka tedaviye sebep olabilir. Bu nedenle, orijinal restorasyonun başarısız olmasına neden olan faktörleri tanımlamak ve mümkünse ortadan kaldırmak önemlidir (Blum ve ark., 2014; Blum ve Özcan, 2018; Blum ve Lynch, 2014; Sharif ve ark., 2010).

Dişe özgü kriterler

Direkt kompozit restorasyonların tamiri için dişe özgü kriterler (Blum ve ark., 2011):

- Sekonder çürükler (klinik olarak teşhis edilen)
- Marjinal defektler ve Marjinal renklenme
- Yüzeysel renk modifikasyonları
- Restorasyonun lokal aşınması
- Restorasyonun sınırlı bir kısmının kütleli kırılması
- Bitişik diş dokusunun kırılmasıdır.

1.4.3. Tamir Kontrendikasyonları

- Restorasyon değişimine alternatif olarak tamiri kabul etme konusunda hasta isteksizliği
- Düzensiz bakım
- Yüksek çürük riski olan hastalar
- Mevcut restorasyonun çoğuna zarar veren çürük varlığı
- Önceki tamir restorasyonunun başarısız olmasıdır.

Ek olarak, restorasyonun oluştuğu materyalin türüne veya tatmin edici bir klinik sonuç elde etmek için izlenecek prosedüre ilişkin belirsizlik varsa tamir düşünülmemelidir (Blum ve ark., 2011).

Tamir edilen restorasyonların başarısı

Yapılan çalışmalarda, defektli restorasyonların yenilenmesi yerine; kenar örtülemesi, bitirme/polisaj ve tamir gibi alternatif tedavilerin, minimal girişimlerle defektli restorasyonların kalitelerini ve ömrünü önemli ölçüde arttırdığı ve klinik özelliklerini iyileştirdiğı görölmüştür (Moncada ve ark., 2009).

şimdiye kadar, genel diş hekimliğıne dayalı prospektif grup çalışmaları, daimi dişlerdeki tamir edilmiş restorasyonların, yenilenen restorasyonlara kıyasla aynı veya uzun ömürlü olduğunu göstermiştir (Gordan ve ark., 2011; Moncada ve ark., 2009; Gordan ve ark., 2009a; Gordan ve ark., 2009b). Diş hekimi muayenehanesine dayalı bu çalışmalardan bazıları, tamirlerin 7 yıllık bir gözlem süresi boyunca klinik olarak tatmin edici olduğunu bulmuştur (Gordan ve ark., 2009a; Gordan ve ark., 2009b; Blum ve ark., 2003b).

Opdam ve arkadaşlarının (2012) yaptığı klinik bir çalışmada, restorasyon veya dişte bulunan kırıklar, tüberkül kırıkları, sekonder çürük ve başlangıç çürükleri gibi büyük defektler içeren restorasyonlarda yapılan tamirin, restorasyonların ömrünü önemli ölçüde artırdığı sonucuna varılmıştır. Casagrande ve arkadaşlarının (2017) yaptığı bir klinik çalışmada ise, tamir edilen restorasyonların ömürlerinin 10 yılda %65,92'den, %74,61'e artırılabilceğı ve tamirin minimal girişimsel diş hekimliğıne önemli ölçüde katkı sağladığı belirtilmiştir.

Yapılan tamir işlemi başarılı olduğunda, yıllık başarısızlık oranını %1'den daha düşük bir seviyeye düşürerek, restorasyonların ömrünü önemli ölçüde artırmaktadır (Demarco ve ark., 2012; Opdam ve ark., 2012). Ayrıca tamir uygulaması ile, restorasyonu tamamen yenilemeye göre; tedavi süresi, maliyet ve komplikasyon riskleri de azalmaktadır (Blum ve Özcan, 2018; Blum ve ark., 2005).

Özetle, mevcut restorasyonlardaki defektlerle ilgili yapılacak eylemleri incelerken ve değerlendirirken, her şeyden önce takip, bitirme/parlatma ve tamir dikkate alınmalıdır. Restorasyon yenileme, uygulanabilir bir alternatif olmadığında en son düşünülecek tedavi seçeneği olmalıdır (Blum ve ark., 2014).

1.5. Kompozit Rezin Restorasyonlarda Tamir

Tüm restoratif materyallerde olduğu gibi kompozit rezinlerin de sınırlı bir ömrü vardır. Kompozit rezin restorasyonların klinik ömrü; restoratif materyalin özelliklerinden, hastanın çürük risk düzeyinden, brüksizm, sosyoekonomik durum ve diş tipi gibi bazı klinik faktörlerden etkilenmektedir. Bu risk faktörlerinin varlığı, başarısızlık olasılığını dört katına kadar artırabilmektedir (Loomans ve Özcan, 2016). Kompozit rezin restorasyonların klinik performansını değerlendiren birçok çalışma yapılmıştır (Sharif ve ark., 2010; Fennis ve ark., 2014). Yapılan çalışmalar, 10 yıllık restorasyonlardaki ortalama yıllık başarısızlık oranlarının %1-3 arasında değiştiğini bildirmiştir (Opdam ve ark., 2014; Opdam ve ark., 2010). Demarco ve arkadaşları (2012) çalışmalarında, tamir edilen kompozitlerin, başarısız olarak kabul edilmemesi gerektiğini, tamir uygulamasıyla restorasyonların yıllık başarısızlık oranlarının azalacağını bildirmişlerdir. En sıklıkla görülen başarısızlık nedeni sekonder çürük gelişimi ve restorasyonda fraktür oluşumudur (Lutz ve Phillips, 1983).

Defekli kompozit restorasyonlarda tamir işlemi, eski kompozit rezine dayanıklılığı artıracak biçimde şekil verme, yüzey hazırlama uygulamaları ve ardından adeziv sistemlerle kombine olarak yeni kompozit rezin eklenmesi ile gerçekleştirilmektedir. Bu iki kompozit rezin arasında uygun bir bağlanma elde etmek tamir sürecinde zorluk yaratmaktadır (Kiomarsi ve ark., 2017).

Eski ve zarar görmüş restorasyonları tamir ederken en çok merak edilen konu tamir materyalinin uygun şekilde bağlanıp bağlanmadığıdır. Klinik uygulamada, iki kompozit rezin tabakası arasındaki bağlantı, polimerize olmamış halde kalmaya devam eden oksijenle zenginleştirilmiş bir yüzey katmanının varlığı ile gerçekleşmektedir. Yeni kompozit rezin monomerlerinin bağlanmasına izin verecek

şekilde reaksiyona girmemiş karbon çift bağları (C=C) içeren bu tabakaya “oksijen inhibisyon tabakası” denir (Özcan ve Pekkan, 2013; Ahmadizenouz ve ark., 2016).

Mevcut restorasyonlarda bulunan ve tamir işleminde bağlanmayı sağladığı iddia edilen doymamış çift bağlar (Dall'Oca ve ark., 2007) ve oksijen inhibisyon tabakası zamanla azalmaktadır (Atalay, 2018). Bu nedenle mevcut restorasyona güçlü bir bağlantı sağlamak önemlidir. Bu bağlantı elmas frez ile aşındırma, alümiyum oksit partikülleri ile kumlama, fosforik veya hidroflorik asit ile pürüzlendirme, lazer ışınlarının kullanımı ve ara bağlanma ajanları gibi mikro veya makromekanik ve kimyasal yüzey hazırlama protokolleri ile sağlanabilir (Rathke ve ark., 2009; Crumpler ve ark., 1989; Brosh ve ark., 1997; Lizarelli ve ark., 2003; Staxrud ve Dahl, 2011).

Yüzey Hazırlama Yöntemleri

Kompozit rezinlerin, diş dokuları dışındaki yüzeylere etkili şekilde bağlanması için yıllar içerisinde fiziksel, fiziko-kimyasal veya kimyasal adezyona dayanan yüzey hazırlama yöntemleri geliştirilmiştir. Literatürde, mekanik ve/veya kimyasal bağlanma tekniklerini içeren farklı tamir yöntemleri mevcuttur. Fiziksel yüzey hazırlama yöntemleri; makro ve mikromekanik olarak gerçekleştirilebilir. Makro mekanik retansiyon, retansiyon yuvaları, andırkatlar ya da yüzeyin elmas frezle pürüzlendirilmesiyle elde edilebilirken; mikromekanik retansiyon, fosforik asit veya hidroflorik asitle pürüzlendirme, lazerle pürüzlendirme veya alüminyum oksit (Al_2O_3) parçacıkları ile air abrazyonla yapılabilir. Kimyasal yüzey hazırlama yöntemleri ise; silanlar ve adeziv rezinlerin kullanılmasını içermektedir (Loomans ve Özcan, 2016; Loomans ve ark., 2011a; Özcan ve ark., 2013; Loomans ve ark., 2011b). Genel olarak yüzey hazırlama yöntemleri:

- Asitle pürüzlendirme
- Air abrazyon
- Silan uygulama
- Lazer ve
- Adeziv rezin uygulamadır.

Literatürde farklı yüzey hazırlama yöntemlerinin, kompozit restorasyonların tamir dayanıklılığına etkisi üzerine çok sayıda *in vitro* çalışma bulunmaktadır. Tüm bu çalışmalarda kullanılan materyal ve metodlar büyük ölçüde farklılık gösterdiğinden, klinik olarak hangi tamir yönteminin en başarılı sonuç vereceği ile ilgili kesin bir bilgi bulunmamaktadır (Loomans ve ark., 2011a; Loomans ve ark., 2017; Stawarczyk ve ark., 2015).

Yapay Yaşlandırma

In vitro deneylerde restorasyonların yaşlandırılması işlemi, ağız koşullarını laboratuvar ortamına yansıtmayı ve intraoral koşulların materyallerde oluşturduğu değişiklikleri taklit etmeyi amaçlar. Yaşlandırma; mekanik, termal, kimyasal yöntemlerle veya bu yöntemlerin bir kombinasyonu olarak uygulanabilir (Loomans ve ark., 2017). Yapay yaşlandırma kompozitlerin tamirinde, özellikle çevresel etkileri taklit etmede önemli bir rol oynar (Baur ve Ilie, 2013). Bağlanma dayanımlarının uzun dönemdeki klinik performanslarını değerlendirmek amacıyla örneklerin yaşlandırılması gerekmektedir. Genellikle tercih edilen yaşlandırma yöntemleri suda bekletme ve termal siklus uygulamasıdır; ancak bu yöntemlerin dışında NaOCl çözeltilerinde bekletme, mekanik oklüzal yükleme, pH siklusta bekletme, gıdaları taklit eden sıvılarda bekletme gibi yaşlandırma yöntemleri de bulunmaktadır (Van Meerbeek ve ark., 2010; Yap ve ark., 2000).

Termal Siklus ile Yaşlandırma

Termal siklus, diş hekimliğinde kullanılan restoratif malzemelerin diş dokularına gösterdikleri bağlanma dayanımlarının test edilmesinde kullanılan en önemli yapay yaşlandırma tekniklerinden biridir (Amaral ve ark., 2007; Gale ve Darvell, 1999; Ülker, 2006). Bu sistem, ağız ortamında meydana gelen termal değişiklikleri taklit etmek için sıcak ve soğuk su banyolarına tekrarlanan döngüsel maruziyetlerden oluşur. Bu termal etki sonucunda, kompozit rezin ve diş arasındaki adeziv arayüzde oluşan stres sonucu bağlanma dayanıklılığı etkilenebilir (Morresi ve ark., 2014; Catalbas ve ark., 2010; Helvatjoglu-Antoniades ve ark., 2004).

Termal siklusla yaşlandırma uygulamalarında; sıcaklık, bekleme süresi ve siklus sayısı, uygulamanın sonuçlarını etkileyen 3 temel faktördür (Morresi ve ark., 2014). ISO TR 11450 standardına göre laboratuvarında bağlanma dayanımları test edilecek numuneler, 5 +/- 2 °C ile 55 +/- 2 °C ısılardaki banyolarda batırma süresi en az 20 sn, aktarım süresi 5 ile 10 sn arasında ve 500 siklus (tur) olacak şekilde termal siklus işlemine maruz bırakılmalıdır. Gale ve Darvell (1999), ISO standartlarının önerdiği 500 siklusu bağlanma dayanımının değerlendirilmesinde kısa bulmuştur ve 10000 siklusun *in vivo* olarak yaklaşık 1 senelik fonksiyona eşdeğer olduğunu belirtmişlerdir.

Bağlanma Dayanıklılık Testleri

Adeziv sistemlerin bağlanma etkinliğini değerlendirmek için bağlanma dayanıklılık testleri uygulanmaktadır. Bağlanma dayanıklılık testleri, geleneksel olarak bir diştten veya bir diş yüzeyinden örnekler hazırlanarak, bu örneklerin daha sonra makaslama (shear), çekme (tensile) ya da kırma kuvvetlerine karşı dayanımını inceler (Tekçe, 2013).

Laboratuvarında gerçekleştirilen *in vitro* bağlanma dayanıklılık testleri, statik ve dinamik testler olmak üzere ikiye ayrılır. Statik testlerde, örnek sabit tutulurken yük uygulanır, dinamik testlerde ise örnek hareket halindedir. Statik testler, bağlanma alanının büyüklüğüne göre; makro ve mikro testlere ayrılır. Makro bağlanma dayanıklılık testleri, bağlanma alanı 3 mm²'den büyük olduğu durumda uygulanır. Mikro bağlanma dayanıklılık testlerinde ise; test edilen bağlanma alanı yaklaşık 1 mm² veya çok daha küçüktür (El Mourad, 2018; Van Meerbeek ve ark., 2010).

Dental materyallerin ve bağlayıcı ajanların diş dokularına olan bağlanma dayanımını belirlemede en sık kullanılan testlerden bazıları; makaslama (shear), gerilim (tensile), mikromakaslama (microshear) ve mikrogerilim (microtensile) bağlanma dayanıklılık testleridir (Altay ve Akça, 2002; Pekkan, 2005).

Mikro-Makaslama Bağlanma Dayanıklılık Testi (Micro-Shear Bond Strength Test)

Diş ile restoratif materyalin bağlanma yüzeyine paralel yönde ve sabit bir artışla kuvvet uygulanması ile bağlanmanın kırılması esasına dayanan *in vitro* test metodudur. rnek hazırlama metotlarının daha kolay olması ve klinik ortamdaki yük dağılımını iyi bir şekilde taklit etmesi nedeniyle en sık kullanılan yöntemdir (Cardoso ve ark., 1998).

Bağlantı direncinin sayısal olarak değerlendirilmesine ek olarak, adherent-adeziv ara yüzeyindeki ayrılma tipi de mikroskopik olarak incelenebilmektedir. Yzeyeye gelen kuvvete karşı adeziv ile bağlanan materyalin gösterdikleri kütlesel direnç, kırık tipini belirleyicidir. Kırık tipleri; adeziv kırık, koheziv kırık ve bunların her ikisinin de beraber gerçekteştiği kırılmalar karışık (miks) kırık olarak adlandırılır. Adeziv kırıklar, arayüzdeki birleşmenin ayrılması şeklinde olan kırık tipidir. Koheziv kırık ise iki materyalden birinin kendi içinde gösterdiği kırık tipidir. Karışık kırıklar ise hem adeziv, hem de koheziv kırık tiplerinin kombinasyonu şeklinde (ISO, 2003).

2. MATERYAL VE METOD

Çalışmada kullanılan materyaller

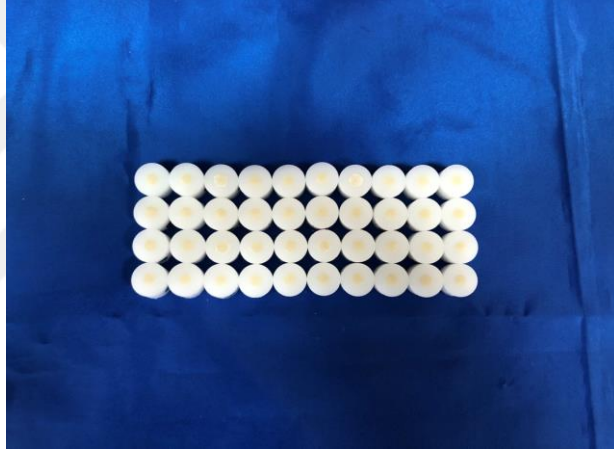
Bu *in vitro* çalışmada ışıkla polimerize olan 3 farklı bulk fill kompozit rezin, 1 adet geleneksel nanohibrit kompozit rezin ve 1 adet universal adeziv sistem kullanılmıştır. Kullanılan materyaller Çizelge 2.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan materyaller

Materyal	Üretici Firma	Ürün Tipi	İçerik	Doldurucu miktarı (ağırlık)
Tetric EvoCeram	Ivoclar Vivadent (Schaan Liechtenstein)	Bulk fill kompozit	Bis-GMA, UDMA. Baryum alüminyum silikat cam, iterbium trifluorid, karışık oksit ve prepolimer	%79-81
Admira Fusion X-tra	VOCO, Cuxhaven, Almanya	Bulk fill kompozit	Bis-GMA, UDMA. Organik modifiye seramik (ormoser), silika	%79
SonicFill 2	Kerr Corporation, CA, ABD	Bulk fill kompozit	Bis-GMA, TEGDMA, EBPADMA. Silikon dioksit, baryum cam, zirkonyum bileşikleri, oksitler, kimyasallar ve YbF ₃	%81,3
Clearfil Majesty Esthetic Posterior	Kuraray, Okayama, Japonya	Geleneksel nanohibrit kompozit	Sılanlanmış cam seramik doldurucu (ort: 1.5 µm), alumina mikro doldurucu (ort: 20 nm), Bis-GMA, TEGDMA, hidrofobik aromatik dimetakrilat, Kamforokinon Hızlandırıcı, Pigmentler ve diğerleri	%92
Clearfil Universal Bond Quick	Kuraray, Okayama, Japonya	Universal adeziv	Bis-GMA, HEMA, 10 MDP, Hidrofilik amid monomerler, Koloidal silika, Silan bağlayıcı ajan, Sodyum florür hızlandırıcılar, başlatıcılar, Dİ-Kamforokinon, Etanol ve Su	-----

Örneklerin hazırlanması

Bu çalışmada üst yüzeylerinde 2 mm derinlik ve 5 mm çapında kaviteler bulunan 12 mm uzunluğunda, 15 mm çapında silindir şeklinde 40 adet teflon kalıp hazırlandı. Kalıplardaki kaviteler, 2 mm'lik tek tabaka halinde geleneksel kompozit rezin olan Clearfil Majesty Esthetic Posterior (Kuraray) ile restore edildi ve 40 sn süreyle ışık gücü 1000 mW/cm^2 olan bir LED ışık cihazı (LED-D Woodpecker Curing Light, C) kullanılarak polimerize edildi.



Şekil 2.1. Kompozit örneklerin hazırlanması

Bütün örnekler 24 saat 37°C distile suda bekletildikten sonra restore edilen kavitelerin üst yüzü standartlaştırılmış pürüzlü bir yüzey elde etmek için 5 saniye boyunca 400 gridlik silikon karbit zımpara kağıdı ile akan su altında pürüzlendirildi. Sonrasında tüm örnekler 5 ve 55°C 'de; bekleme süresi 30 sn, aktarım süresi 10 sn olacak şekilde 5000 devirlik termal siklus yöntemi (Thermocycler THE-1100, SD Mechatronik, Feldkirchen-Westerham, Germany) ile yaşlandırıldı.



Şekil 2.2. Örnek yüzeylerinin zımparalanması



Şekil 2.3. Termal siklus cihazı

Yaşlandırılan örneklerin yüzeylerine, bir air abrazyon cihazı (Heraeus CL-FSG 3, Germany) ile el aleti yüzeye dik olacak şekilde, 50 μm büyüklüğünde Al_2O_3 partikülleri kullanılarak, 4 bar basınç altında, 10 mm mesafeden, 10 saniye süreyle yüzey hazırlama işlemi uygulandı ve örnekler yıkanıp kurutuldu.



Şekil 2.4. Air abrazyon cihazı



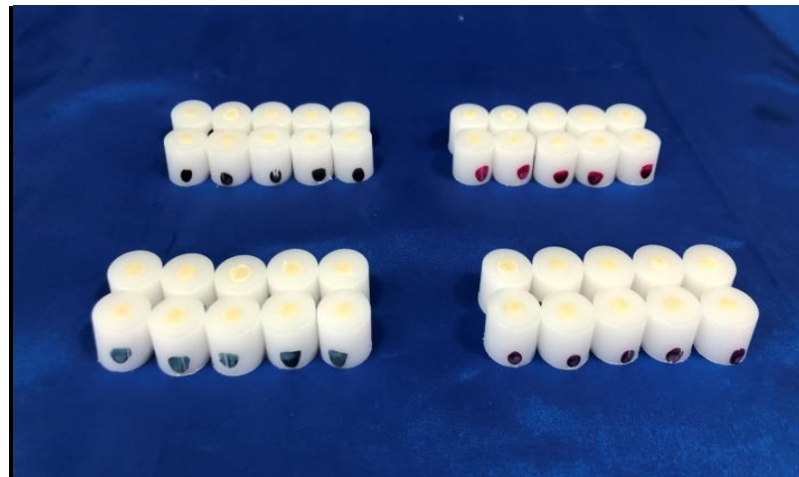
Şekil 2.5. Air abrazyon yöntemiyle yüzey hazırlama işlemi yapılması

Örneklerle Tamir Materyalinin Uygulanması

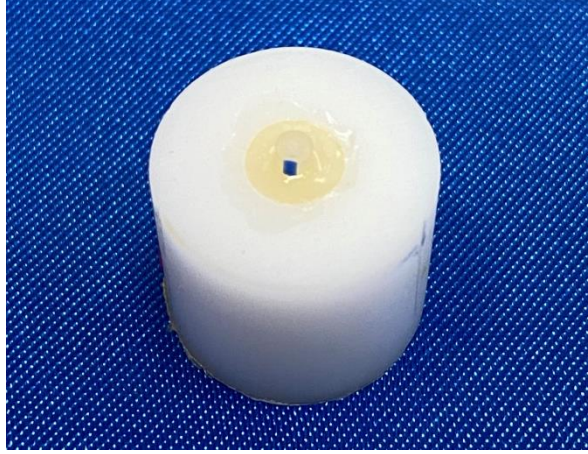
Tamir materyalini yerleştirmek için kullanılacak olan iç çember çapı 1 mm olan plastik boru, uzunluğu 1 mm olacak şekilde bistüri ile 40 eşit parçaya bölündü. Yüzeyi pürüzlendirilen her bir kompozit örnek için tek tip universal adeziv (Clearfil Universal Bond Quick) self etch tekniğiyle tek aşamada uygulandı ve presel ile yerleştirilen 1 mm uzunluğundaki boruyla birlikte aynı LED ışık cihazıyla üreticinin talimatlarına göre 20 sn polimerize edildi. Böylece plastik boru kompozit yüzeye sabitlendi. Tamire hazır hale getirilen örnekler 4 deneysel gruba ayrıldı (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Deney grupları

	Restoratif Materyal	Adeziv Sistem	Tamir Materyali
Grup 1 (n=10)	Clearfil Majesty Esthetic Kompozit	Clearfil Universal Bond Quick	Clearfil Majesty Esthetic Kompozit
Grup 2 (n=10)	Clearfil Majesty Esthetic Kompozit	Clearfil Universal Bond Quick	Tetric EvoCeram Bulk Fill Kompozit
Grup 3 (n=10)	Clearfil Majesty Esthetic Kompozit	Clearfil Universal Bond Quick	Admira Fusion X-tra Bulk Fill Kompozit
Grup 4 (n=10)	Clearfil Majesty Esthetic Kompozit	Clearfil Universal Bond Quick	SonicFill 2 Bulk Fill Kompozit



Şekil 2.6. Deney grupları



Şekil 2.7. Plastik boru ile yapılan tamir işlemi

İlk grup kendi kompoziti ile tamir edilen kontrol grubuydu. Tamir kompoziti olarak Clearfil Majesty Esthetic Posterior kompozit plastik boru içine tepildi ve 20 sn ışıqla polimerize edildi. İkinci grupta tamir kompoziti olarak Tetric EvoCeram bulk fill, 3.grupta Admira Fusion X-tra bulk fill ve 4. grupta SonicFill 2 bulk fill kompozit (özel enstrümanı ile akıcı kıvama getirildi) kullanıldı. Daha sonra, tüm örnekler daha önce tarif edildiği gibi termal siklus yöntemi ile tekrar yaşlandırıldı. Yaşlandırılan örneklerdeki plastik boru bistüri yardımıyla uzaklaştırıldı ve örnekler makaslama bağlanma dayanıklılık testine tabi tutuldu.

Mikro-Makaslama Bağlanma Dayanıklılık Testi (μ SBS)

Yaşlandırılan tüm örnekler, Shear Bond Tester (Bisco) universal test cihazına makaslama kuvvet dayanımlarını ölçmek için yerleştirildi. Kırma aparatı, örneklerdeki kompozit-kompozit tamir yüzeyiyle 90°'lik bir açı yapacak şekilde yerleştirildi ve örnekler 1 mm/dk kafa hızında makaslama bağlanma dayanıklılık testine tabi tutuldu. Cihaz, tamir ara yüzeyine örnekler kırılincaya kadar kuvvet uyguladı ve her kırılma sırasında elde edilen değerler “Newton” (N) cinsinden kaydedildi. Kopmadaki kuvvet (N) bağlanma alanına bölünerek (mm^2) makaslama bağlanma dayanım değeri megapaskal (MPa) olarak hesaplandı. Formülize edersek;

$$\text{MPa} = \text{N/A}$$

A = bağlanma alanı (mm²)

Yüzey alanı hesaplama: $A = \pi r^2$

r = yarıçap (0,5 mm)

$\pi = 3$ alındı.



Şekil 2.8. Mikro-makaslama bağlanma dayanıklılık test cihazı

Kırılma Yüzeylerinin İncelenmesi ve Kırılma Tiplerinin Belirlenmesi

Makaslama bağlanma dayanıklılık testi sonrası tüm örneklerin kırılma yüzeyleri stereomikroskop (Leica MZ 21, Leica Microsystems, Germany) ile X25 büyütme altında incelendi. Kırılma yüzeylerinin başarısızlık tipleri aşağıdaki gibi sınıflandırıldı:

Adeziv kırılma: Kopma adeziv yüzey yani eski materyal ile tamir materyali ara yüzünde

Restorasyonda koheziv kırılma: Kopma teflon kalıptaki restoratif materyalde

Tamir kompozitinde koheziv kırılma: Kopma tamir materyalinde

Karışık (miks) kırılma: Her iki kırılma tipinin de aynı anda gözleendiği kırılma (adeziv+koheziv) olarak sınıflandırıldı.



Şekil 2.9. Stereomikroskop ile kırılma tiplerinin analizi

İstatistiksel Analiz

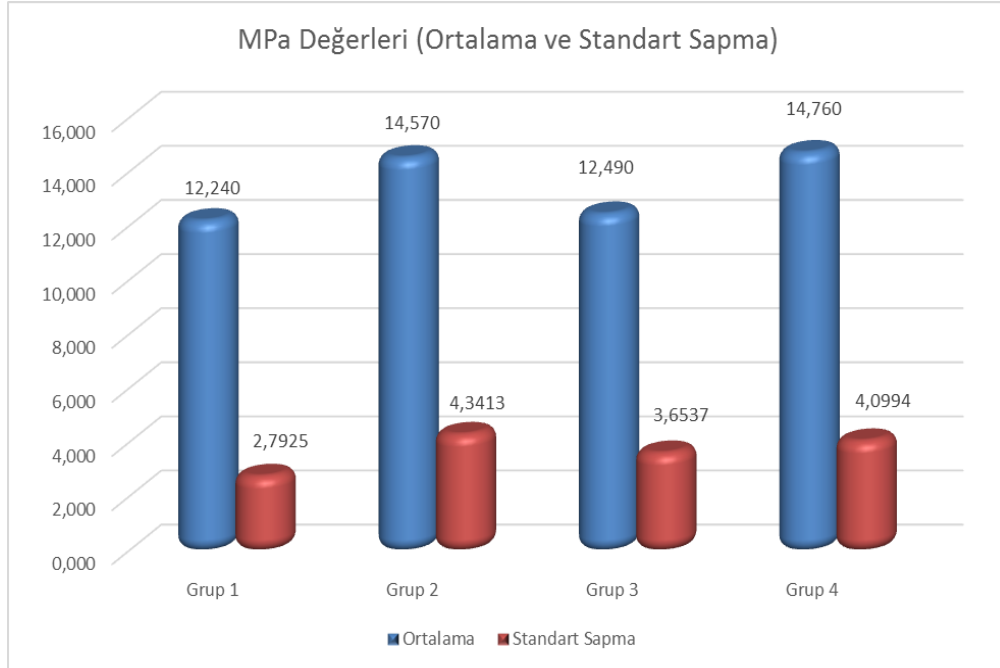
Deney grupları arasındaki varyans homojenliği Levene Testi ile doğrulandı. Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) mikro-makaslama bağlanma dayanım değerlerinde (μ SBS) istatistiksel farklılık olup olmadığını belirlemek için kullanıldı. Anlamlılık düzeyi $p \leq 0,05$ olarak belirlendi.

3. BULGULAR

Gruplara ait bağlanma dayanım değerleri Çizelge 3.1’te gösterilmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamakla birlikte en düşük ortalama değerler kontrol grubu olan Grup 1’de, en yüksek ortalama değerler ise Grup 4’te bulunmuştur.

Çizelge 3.1. Çalışma gruplarının tamir bağlanma dayanımlarının MPa cinsinden standart sapmaları ve ortalama değerleri

Gruplar	N	Ortalama (MPa)	Standart Sapma (MPa)	Standart Hata (MPa)	Ortalama için Güven Aralığı		Minimum (MPa)	Maksimum (MPa)
					%95 (MPa)			
					Alt Sınır	Üst Sınır		
Grup 1 (kontrol)	10	12,240	2,7925	0,8831	10,242	14,238	8,5	16,4
Grup 2 (C-T)	10	14,570	4,3413	1,3728	11,464	17,676	7,8	21,3
Grup 3 (C-A)	10	12,490	3,6537	1,1554	9,876	15,104	8,5	21,3
Grup 4 (C-S)	10	14,760	4,0994	1,2963	11,827	17,693	9,0	23,7
Toplam	40	13,515	3,8048	0,6016	12,298	14,732	7,8	23,7



Şekil 3.1. Grupların ortalama bağlanma dayanım değerleri

Varyans Analizi

Çizelge 3.2. Ölçüm değerleri

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık değeri (p)
Gruplar arası	53,393	3	17,798	1,253	0,305
Gruplar içi	511,198	36	14,200		
Toplam	564,591	39			

Ho: Kullanılan dolgu malzemelerinin ölçüm değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır (4 grubun da ölçüm değeri ortalamaları aynıdır).

Ha: Kullanılan dolgu malzemelerinin ölçüm değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (en az bir dolgu malzemesi ölçüm değeri ortalaması diğerlerinden farklıdır).

Anova test sonucuna göre; $p=0,305$ bulunmuştur.

$0,305 > 0,05$ olduğundan H_0 KABUL edilir.

Bulgulara bakıldığında kullanılan dolgu malzemelerinin ölçüm değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır.

Kırılma Tipleri

Gruplara ait kırılma tipleri Çizelge 3.3'te gösterilmiştir. Genel olarak kırılmalar adeziv tipte gözlenirken, koheziv tip kırılma hiç gözlenmemiştir. Çok az sayıda da miks tip kırılmalar görülmüştür.

Çizelge 3.3. Gruplara ait kırılma tiplerinin dağılımı

Gruplar	Adeziv	Koheziv	Miks
Grup 1	9	0	1
Grup 2	8	0	2
Grup 3	9	0	1
Grup 4	8	0	2

4. TARTIŞMA

Farklı formülasyonlara sahip resin esaslı kompozitler diş hekimliğinde popüler malzemelerdir. Bununla birlikte, polimerizasyon büzülmesi, kavite duvarlarına adaptasyon eksikliği, mikrosızıntı veya çatlak gibi bazı komplikasyonları vardır (Kleverlaan ve Feilzer, 2005; Antonson ve ark., 2012; Shah ve ark., 2009). Bu komplikasyonların üstesinden gelmek için doldurucu partikül boyutu azaltılmış ve inkremental tabakalama tekniği önerilmiştir (Van Dijken ve Pallesen, 2015). Kompozit resinlerin kavite içerisine inkremental teknik ile yerleştirilmesi, polimerizasyon büzülmesini engellemek adına geliştirilen bir tekniktir (Lazarchik ve ark., 2007). Bununla birlikte, inkremental tabakalama tekniğinin, kompozit tabakalar arasındaki kontaminasyon ya da bağlanma başarısızlık riski, kompozit resinlerin konservatif olarak hazırlanan kavitelere adapte edilmesindeki zorluklar ve artan uygulama süresi gibi bazı dezavantajları vardır (Kapoor ve ark., 2016).

Bu dezavantajları en aza indirmek için polimerizasyon büzülme stresini ve 4 mm'den fazla bir polimerizasyon derinliği ile zaman tüketimini en aza indirdiği iddia edilen “bulk fill kompozitler” piyasaya sunulmuştur. Üreticilere göre, azaltılmış doldurucu partikül boyutu, daha az polimerizasyon büzülme stresi ile sonuçlanan yavaş polimerizasyon göstermektedir. Günümüzde, bulk fill kompozit malzemeler diş hekimleri arasında giderek daha popüler hale gelmektedir (Leprince ve ark., 2014).

Ön ve arka dişlerin restorasyonunda yaygın olarak kullanılan resin esaslı kompozitler hala sınırlı ömre sahiptir. Beslenme, tükürük ve yaşlanmaya bağlı olarak ağız boşluğundaki pH ve sıcaklıktaki dinamik değişiklikler kompozit resinlerde bozulmaya yol açar (Sarkar, 2000; Suzuki ve ark., 2005). Bu değişiklikler mikro sızıntı, renk değişikliği, aşınma, kopma veya kırık gibi çeşitli fenomenlerde ortaya çıkabilir ve restorasyonun yenilenmesine yol açabilir (Rinastiti ve ark., 2011; Roulet, 1988). Bununla birlikte, anatomik şekil kaybı ve dışsal renk değişikliği gibi küçük defektlerin varlığında, restorasyonun tamamen yenilenmesi gerekmeyebilir (Rinastiti ve ark., 2010). Bu gibi durumlarda, restorasyonun tamir edilmesi minimal invaziv ve

hızlı, basit olduğu için daha uygundur (Fernandez ve ark., 2015). Ayrıca, kompozit tamirinin tamamen yenilenmesi kadar etkili olduğu ve daha az diş yapısının çıkarılmasına neden olduğu, restorasyon ömrünü artırdığı ve tedavi maliyetini azalttığı bildirilmiştir (Rinastiti ve ark., 2010; Fernandez ve ark., 2015; Moncada ve ark., 2008; Loomans ve ark., 2011a; Bacchi ve ark., 2013).

Yıllık başarısızlık oranı anterior ve posterior kompozit restorasyonlar için %0.3-3 arasında değişmektedir (Demarco ve ark., 2012; Baldissera ve ark., 2013). Başarısızlığa uğramış restorasyonların tedavisinde birçok tedavi protokolü mevcuttur (El Naga, 2017). Defektin büyüklüğüne göre takip, bitirme/parlatma, tamir ve restorasyonu yenileme gibi seçenekler düşünülmektedir (Blum ve ark., 2012; Koc ve ark., 2017). Restorasyonun yenilenmesi, sağlam diş dokusunun uzaklaştırılmasına neden olmakta, diş yapısını zayıflatmakta ve pulpaya hasar verme riski taşımaktadır. Bu nedenle minimal invaziv bir tedavi seçeneği olan restorasyon tamiri alternatif bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır (Koc ve ark., 2017; El Naga, 2017).

Kompozitlerde tamir prosedürünün başarısı, yüzeyin özellikleri, kimyasal bağlayıcı ajanların ıslatabilirliği ve kompozitin kimyasal bileşimi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Loomans ve ark., 2011a; Papacchini ve ark., 2007; Özcan ve ark., 2007). Pürüzlü bir yüzey, kompozit tamirinde çok önemlidir ve yüksek derecede aşındırıcı elmas frezleri, alüminyum oksit parçacıkları ile air abrazyonla mekanik olarak veya hidroflorik asit uygulaması ile kimyasal olarak elde edilebilir (Loomans ve ark., 2011b). Mikromekanik retansiyona ek olarak, kompozit tamirinin bağlanma dayanımını arttırmak için kimyasal bir bağ arzu edilir. Dental kompozitler genellikle silika, lityum alüminyum silikatlar, hidroksiapatit ve bor silikatlar gibi doldurucu partiküllerden oluşur. Silanlı bir ajanın uygulanması, doldurucular ile organik rezin matriksi arasındaki bağ artırılabilir (Bouschlicher ve ark., 1997; Matinlinna ve ark., 2004; Ferracane, 2011; Lung ve Matinlinna, 2018; Yesilyurt ve ark., 2009).

Adezivlerin de kompozit tamir bağlanma dayanımı üzerinde etkisi olduğu görülmektedir. Roller, mekanik olarak işlenmiş yüzeyin ıslanabilirliğini arttırmaktır (Burtscher, 1993). Son zamanlarda, multimode veya universal adezivler adı verilen

yeni bir adeziv kategorisi piyasaya sürüldü. Bunlar, geleneksel fonksiyonel monomerlere ek olarak bir fosfat monomeri (MDP) ve silan içerir (3M ESPE, 2013).

Hekimler, çoğu zaman tamir edecekleri kompozit rezin restorasyonun hangi tip kompozit rezin ile yapıldığını bilemezler (Yesilyurt ve ark., 2009; Özcan ve Pekkan, 2013). Bu nedenle çalışmamızda iki klinik durum simüle edildi; bunlardan biri klinisyenin substrat olan eski kompozit rezin materyali aynı materyal ile tamir ettiği, ikincisi ise, eski kompozit rezin materyalin doğasının bilinmediği ve dolayısıyla farklı bir materyalin seçildiği durumdur.

Ağız ortamında, restoratif materyallerde meydana gelen değişikliklerin taklit edilmesi için, kompozit rezinlerin *in vitro* ortamda yaşlandırılması amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Souza ve ark., 2017). Bu yöntemler arasında, termal siklusla yaşlandırmanın, materyaller aşırı sıcaklıklara maruz bırakılarak, daha zorlu koşullar oluşturulduğu için, kompozit rezinlerin bozunmasında diğer yöntemlere göre daha etkili olduğu bildirilmiştir (Özcan ve ark., 2007).

Adeziv sistemlerin bağlanma dayanıklılığını, termal siklus işlemindeki çeşitli faktörler etkilemektedir ve bunlardan en önemlisi uygulanan siklus sayısıdır (Ozel ve ark., 2012). Özcan ve arkadaşları (2003) kompozit tamir işlemlerinde, 5000 devir termal siklus işleminin kompozitin bozulmasında diğer yaşlandırma yöntemlerinden daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışmalarda termal siklusta su banyolarında bekletme süresi 10 sn ile 2 dakika arasında; banyolar arası geçiş süresi ise 3-25 sn arasında değişmektedir (Taneja ve ark., 2016; Ilie ve ark., 2014; Poggio ve ark., 2013; Moorthy ve ark., 2012; Agarwal ve ark., 2015; Dos Santos ve ark., 2005). Ernst ve arkadaşları (2004b) banyolar arası kısa geçiş süresinin ağız içerisinde meydana gelen ani sıcaklık değişimlerini daha iyi taklit ettiğini bildirmektedirler. Bu nedenlerle çalışmamızda hazırlanan örnekler tamir öncesi ve sonrasında, +5°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) ve +55°C ($\pm 2^\circ\text{C}$)'deki su banyolarında 30 sn bekletilerek ve banyolar arası geçiş 10 sn olacak şekilde 5000 devirlik termal siklusa maruz bırakıldı.

Kompozit-kompozit tamir bağının dayanıklılığı, polimerize edilmiş eski kompozit ile yeni kompozit rezin arasındaki bağlanmaya bağlıdır (Rinastiti ve ark., 2011). Kompozit rezinlerin tamirinde, olası üç mekanizma vardır. Bunlar; yeni ve eski kompozit rezin matriksiyle adeziv bağlayıcı ajan tabakaları arasında kimyasal

bağ oluşumu; eski ve yeni kompozit rezinin açığa çıkmış doldurucu partikülleriyle adeziv bağlayıcı sistem arasında kimyasal bağ oluşumu; veya adeziv sistemin polimer zinciriyle eski ve yeni kompozit rezinin polimer matriksi arasında mikromekanik kilitlenme oluşumudur (Lastumaki ve ark., 2002; Soderholm ve Roberts, 1991; Söderholm ve ark.,1984).

Restorasyonun yerleştirilmesinden sonra küçük düzeltmeler ve/veya tamir gerektiğinde eski kompozit rezin restorasyon materyali ile yenisi arasında direkt kimyasal bir bağ elde etmek mümkündür (Dall'Oca ve ark., 2007). Bu durum kompozit rezin içerisindeki serbest radikallerin varlığıyla ilgilidir ve rezinin kimyası ve polimerizasyon şekliyle bunu belirler. Serbest radikaller zamanla kaybolduğunda kimyasal bağ mümkün olmaz. Bu sürenin kompozit rezinler için iki hafta olabileceği bildirilmiştir (Burtscher, 1993).

Bir restorasyonun tamir edilmesi gerektiğinde, kompozit rezinin en yüksek su doygunluğuna ulaştığı bilinmektedir ki bu matriksin yumuşamasına, mikro çatlak oluşumuna, rezin bozulmasına ve dolgu-matriks arayüzlerinin ayrışmasına neden olduğu anlamına gelir. Sonuç olarak serbest radikal aktivitesi sona erer ve oksijen inhibisyon tabakası kaybolur (Ferracane ve Marker, 1992). Bu yüzden eskimiş bir kompozit rezin restorasyon materyali tamir edileceği zaman, kimyasal bağlantıdan çok mikromekanik bir bağlantı olacağı beklenmelidir (Soderholm ve ark., 1991; Soderholm, 1986; Turner ve Meiers, 1993). Rezin tabakaların kendi aralarında bağlanmasında mikro kilitlenmenin en etkili mekanizma olduğu ve dolayısıyla tamir bağlanma değerini arttıran en önemli unsurun yüzey pürüzlülüğü olduğu düşünülmektedir (Soderholm ve ark., 1991; Shahdad ve Kennedy, 1998).

Rinastiti ve arkadaşları (2011), yaşlandırma ve yüzey hazırlama yöntemlerinin tamir bağlanma dayanımını etkileyen önemli faktörler olduğunu belirtmişlerdir. Mevcut kompozit restorasyonlar ile tamir kompoziti arasındaki bağlanmayı arttırmak için çeşitli yüzey hazırlama yöntemleri önerilmiştir. Bunlar; alüminyum oksit ile abrazyon , fosforik asit uygulamaları ve hidroflorik asit uygulamaları ile kimyasal muamele, silan uygulama ve elmas frez ile pürüzlendirme işlemleridir (Yesilyurt ve ark., 2009). Ayrıca Yeşilyurt ve arkadaşları (2009), Al_2O_3 partikülleri ile abrazyon ve

elmas frezle pürüzledirmenin kompozit tamirlerinde fosforik veya hidroflorik asitten daha etkili olduğunu bulmuşlardır.

Birkaç çalışma, alüminyum oksit ile kumlamanın yüzey alanını arttıran, ıslanmayı iyileştiren ve bağlanma dayanımını arttıran daha mikroretantif alanlar oluşturduğunu göstermiştir (Shahdad ve Kennedy, 1998; Lucena-Martín ve ark., 2001; Costa ve ark., 2010). Son zamanlarda yapılan bir çalışmada, tek başına elmas frezler veya alüminyum oksit kumlama ile hazırlanan eski kompozit yüzeylerin tamir bağlanma dayanımının benzer olduğu bildirilmiştir (Barcellos ve ark., 2015).

Hemadri ve arkadaşları (2014), air abrazyon ve ardından bir adeziv sistem ile yüzey işleminin, elmas frez işleminden daha yüksek bağlanma değerleri verdiğini bulmuşlardır. Benzer bulgular, Costa ve arkadaşları (2012) tarafından da bildirilmiştir. Diğer yandan Batista ve arkadaşları (2015), alüminyum oksit ile işlenmiş kompozitlerin tamir bağlanma dayanımları ile, işlenmemiş yüzeyler arasında bir fark bulamamışlardır. Elde edilen sonuçlardaki çeşitlilik partikül büyüklüğü, tipi, uygulama süresi ve air abrazyonun basıncı ile ilişkili olabilir.

Fornazari ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptıkları çalışmada Al_2O_3 parçacıkları ile air abrazyonun, nanodolduruculu kompozitlerin tamir bağlanma dayanımı arttırdığını ileri sürmüştür. Comba ve arkadaşlarının 2015 yılında yaptığı çalışmadaki bağlanma kuvveti verileri, air abrazyon yönteminin mikromekanik bağ oluşumu için daha uygun yüzey morfolojisi sağladığını göstermiştir. Yine aynı çalışmanın sonucunda air abrazyonun, özellikle diş sert dokularına güçlü ve stabil bir bağ oluşturan iyi kanıtlanmış adezivler ile birleştirildiğinde, kompozit tamirlerinin daha fazla dayanıklılığı sağlayabileceği iddia edilmiştir. Swift ve arkadaşlarının (1992) farklı yüzey pürüzlendirme teknikleri ve farklı yapıda kompozitler kullanarak kompozit tamirinin etkinliğini değerlendirdiği çalışmada, test edilen kompozit malzemelerin doldurucu partikül boyutu ile tamir dayanımı arasında bir ilişki bulunmadığını ve 50 μm 'lik Al_2O_3 partikülleri ile air abrazyon işleminin, kompozit tamirler için mekanik olarak tutucu bir yüzey sağladığını bildirmişlerdir. Bu bilgiler dikkate alınarak tez çalışmamızda yüzey pürüzlendirilmesi için air abrazyon yöntemi kullanılmıştır.

Rathke ve arkadaşları 2009'da yaptıkları çalışma ile optimum tamir bağlanma kuvveti için, eski kompozitin mekanik pürüzlendirilmesinden sonra bir adeziv uygulaması gerekliliğini savunmuşlardır. Yapılan başka bir çalışmada, yüzey hazırlanması sonrası bağlayıcı ajan uygulaması ile neredeyse kompozit rezinin koheziv dayanıklılığına benzer tamir dayanımı elde edilmiştir (Shahdad ve Kennedy, 1998; Kupiec ve Barkmeier, 1996). Staxrud ve Dahl (2011) kompozit rezin tamirinde bağlayıcı ajanların rolünü araştırdıkları çalışmada, bağlayıcı ajanların kullanımının kompozit tamir kalitesini önemli ölçüde artırdığını savunmuşlardır.

Kompozit rezinlerin yüksek viskozitesi ve düşük ıslatma özelliklerinden dolayı tamir işleminde kompozit-kompozit bağlanma dayanımlarını artırmak için adezivlerin kullanımı önerilmiştir (Özcan ve ark., 2013; Barcellos ve ark., 2015). Silan ve adeziv uygulamalarının yüzey ıslanabilirliğini ve kimyasal bağlanmayı artırdığı öne sürülmüştür (Shahdad, 1998). Fornazari ve arkadaşları (2017) yaptıkları çalışmada silan içerikli bir universal adezivin bağlanma dayanımının, silan+adeziv uygulaması kadar etkin olduğunu ve ayrı bir silan uygulaması gerekliliğini ortadan kaldırdığını ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmada adeziv olarak kullanılan Clearfil Universal Bond Quick, silan içeren universal adezivdir.

Kompozitlerin tamir prosedüründe zaman faktörü de bağlanmada rol oynayan diğer bir etkidir. Birçok araştırmacı, restorasyon yapıldıktan sonra geçen süre uzadıkça bağlanma kuvvetlerinde azalma olduğunu bildirmişlerdir (Boyer ve ark., 1984; Boyer ve ark., 1978; Chan ve Boyer, 1983). Bizim çalışmamızda ise, zaman faktörü sabit tutulmuş, sadece farklı bulk fill kompozitlerin bağlanmaya etkisi araştırılmıştır.

In vitro kompozit-kompozit bağlanma analizi ya bir makaslama ya da mikrogerilim kuvvet uygulanarak yapılabilir. Makaslama bağlanma dayanımı değerlendirmesi, ölçüm sırasında mikrogerilim bağlanma dayanımı ölçümünden daha kolay numune hazırlama gerektirir (Rasmussen, 1996). Bugüne kadar, kompozit-kompozit bağlanma dayanımının bir makaslama veya mikrogerilim modda değerlendirilmesi gerekip gerekmediği konusunda bir fikir birliği yoktur, ancak klinik olarak, kompozit restorasyonların tamirinde, uygulanan kuvvetlerin ağırlıklı olarak bu çalışmada uygulandığı gibi makaslama modunda olduğu iddia edilebilir.

Makaslama bağlanma dayanıklılık testi, materyallerin bağlanma dayanımlarını değerlendirmek ve klinik başarısını tahmin etmek için kullanılan güvenilir ve kolay bir *in vitro* test yöntemidir (Üstün ve ark., 2016; Duddu ve ark., 2015; Flury ve ark. 2014). Göreceli olarak geniş yüzey alanlarının bağlanma dayanımlarını ve bağlanma ara yüzeyinde homojen olmayan stres dağılımlarını incelemek amacıyla tercih edilmektedir (Özcan ve ark., 2013; Joulaei ve ark., 2012). Bu tez çalışmasında farklı bulk fill kompozit rezinler kullanılarak elde edilen tamir bağlanma dayanımları, makaslama bağlanma dayanıklılık testi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Makaslama bağlanma testlerinde kuvvet uygulayan ucun yaklaşma hızı ISO standartlarına göre, 0.75 ± 0.30 mm/dk olarak belirtilmiştir. Bu değerlerin üzerindeki hızların kullanıldığı makaslama test metodlarının, bağlantı direncinin değerlendirilmesinde gerçekçi sonuçları yansıtmadığı ve materyalde internal streslere yol açtığı ileri sürülmüştür (ISO, 2003). Takemori ve arkadaşları (1993) yaptıkları çalışmada 0,5-5 mm/dk kafa hızları arasında, makaslama bağlanma dayanımı açısından bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Bizim örneklerimizde Universal test cihazında 1 mm/dk kafa hızında test edilmiştir.

Kompozit rezinlerin doldurucu partikül içeriği ve büyüklüğünün tamir bağlanma dayanımı üzerine etkileri olabilmektedir (Tavarez ve ark., 2017). Spyrou ve arkadaşları (2014) yaptıkları bir çalışmada farklı doldurucu türleri ve içerikleri içeren kompozitlerin tamir bağlanma dayanımını farklı bulmuşlar ve kullanılan malzemenin, kompozit rezin restorasyon tamirinde en önemli faktör olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmacılar restorasyon sırasında kullanılan rezin ile tamirde kullanılacak rezin arasındaki kimyasal yapı farklılığının bağlanma kuvvetine etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşmışlardır. Chan ve Boyer (1983) çalışmalarında benzer kimyasal yapıdaki kompozit rezinlerin daha güvenilir bir bağlanma oluşturduğunu bulurken, Gregory ve arkadaşları (1990) ise, rezinler arasındaki kimyasal yapı farklılığının bağlanma kuvvetini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Ilie ve arkadaşlarının (2013) bulk fill kompozit rezinlerin mekanik özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada, bulk fill kompozit rezinlerin kimyasal

kompozisyonunun geleneksel nanohibrit kompozit rezinlerden pek farklı olmadığı ortaya konulmuştur. Genel olarak kimyasal açıdan bakıldığında, restoratif ya da tamir materyali olarak kullanılan bütün kompozit rezinler adezyonda aynı fonksiyona sahip metakrilat grupları içerdiğinden bağlanma bakımından farklılık beklenmeyebilir (Özcan ve ark., 2010; Silikas ve ark., 2005).

Özcan ve arkadaşları (2010) mikrohbrit ve nanohibrit kompozit kullandıkları çalışmada kompozitleri önce kendileriyle daha sonra her birini diğer kompozitle tamir etmiş gruplar arasında istatistiksel bir farklılık bulmamışlardır. Koç ve arkadaşları (2017) yaptıkları *in vitro* çalışmada, farklı kompozit materyalleri hem kendileri hem de bulk fill kompozitle tamir edilmiş, grupların bazılarında, bulk fill kompozitle tamir edilen örnekler aynı materyal ile yapılan örneklerle benzer ya da daha fazla bağlanma dayanımı değerlerine ulaşmıştır.

Shahdad ve Kennedy (1998), benzer organik matrikse sahip kompozit rezinler ile yapılan tamir restorasyonu ile elde edilen makaslama bağlanma dayanımlarını, farklı tip organik matrikse sahip kompozit rezinler ile yapılan tamir işlemiyle karşılaştırdığında aralarında önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da, kendi kompozit reziniyle tamir edilen örnekler ile farklı tip kompozit rezin ile tamir edilen örneklerin makaslama bağlanma dayanım değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Ilie ve arkadaşları (2014), daimi ve süt dişlerde bulk fill rezin kompozitlerin makaslama bağlanma dayanımını araştırmış ve bulk fill malzemelerin nanohibrid rezin kompozitlerin makaslama bağlanma kuvvetine benzer veya daha iyi performans gösterdiğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da buna paralel olarak, bulk fill kompozit rezinler ile nanohibrit kompozit rezin tamir bağlanma değerleri karşılaştırılmış ve benzer bulunmuştur. Yine aynı çalışmada makaslama bağlanma değerleri üzerinde en yüksek etkiyi kullanılan adezivin gösterdiği, kullanılan eski ve yeni dolgu malzemesinin minör seviyede etkili olduğu rapor edilmiştir. Bu bilgi ışığında çalışmamızda bağlanma dayanım değerlerinin benzer oluşunun sebebinin tek tip adeziv kullanımından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Üstün ve arkadaşlarının (2016) çalışmasına göre, farklı tip kompozit rezinler ve adeziv sistemler kullanılarak yapılan tamir işlemi sonrası elde edilen makaslama

bağlanma dayanım değerleri üzerinde kompozit rezin etkisinin, adeziv sisteme göre istatistiksel olarak daha belirgin olduğu ortaya konulmuştur. Fawzy ve arkadaşları (2008) da yaptıkları çalışmada, tamir bağlanma dayanımının kullanılan adeziv sisteme bağlı olmadığını ve makaslama bağlanma dayanımını belirgin olarak arttırmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca makaslama bağlanma dayanımının, tamir materyaline kıyasla daha çok restoratif materyale bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Baur ve Ilie, 2013). Bizim çalışmamızda gruplar arasında bağlanma dayanım değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmamasının sebebi, restoratif materyalin sabit tutulup sadece tamir materyalinin değiştirilmesi olabilir.

Bulk fill kompozitlerin restoratif materyallerin tamirinde kullanımına ilişkin yapılan çalışmalar sınırlıdır. Atalay ve arkadaşları (2018) farklı yüzey işlemleri uygulanmış nanofil kompozitin tamirinde bulk fill kompozit kullanmış ve yüzey özelliklerinin tamir mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerini etkilediğini bulmuşlardır. Tavarez ve arkadaşları (2017) nano dolduruculu bir kompoziti çeşitli yüzey işlemlerinin ardından kendisi, bir mikrohibrit kompozit ve bir bulk fill kompozit ile tamir ettiği ve bağlanma dayanımlarını karşılaştırdıkları çalışmada, bulk fill kompozit kullanılan grupların bağlanma dayanım değerlerini diğer gruplardan düşük bulmuşlardır.

Çalışmasında nanohibrit, mikrohibrit ve nanofill kompozit rezinler kullanan Rinastiti ve arkadaşları (2011) da kompozit tipinin, yüzey iyileştirme prosedürünün ve yaşlanma yönteminin, tamir bağlanma dayanımını etkilediğini savunmaktadır. Shahdad ve Kennedy'nin yaptığı bir çalışmaya göre (1998), eski kompozit rezin ile eklenen yeni kompozit rezin arasındaki bağlanma; yüzey pürüzlülüğü, kullanılan bağlayıcı ajan, kullanılan tamir malzemesi ve tamirden sonraki süre gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Tamir prosedüründe birçok faktörün etkili olduğunu göz önünde bulundurduğumuzda, bizim çalışmamızda sonuçlar arasında anlamlı bir fark çıkmamasının sebebini tek değişkenin kompozit tipi olmasına bağlayabiliriz.

Çalışmamızın sonuçlarına baktığımızda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da bulk fill kompozit ile tamir edilen örneklerin bağlanma dayanım değerleri nanohibrit kompozit ile tamir edilen örneklerden yüksek bulunmuştur. Bu durum kompozitlerin içeriğindeki monomer dağılımı ve içerdikleri monomerlerin farklılığından

kaynaklanabilir. Kompozitlerde bulunan monomerler çeşit ve bağlanmanın rijiditesi bakımından su absorpsiyonunu etkileyerek doğrudan bağlanma dayanımını etkileyebilmektedir (Söderholm ve ark., 1984; Bagheri ve ark., 2007). Loomans ve arkadaşları (2011a) yaptıkları çalışma sonucunda optimum tamir bağlanma dayanımı elde etmek için, en uygun tamir tekniğini seçmek bunun için de kompozit bileşimini bilmek gerektiğini savunmaktadır.

Atabek ve arkadaşları (2014) bulk fill kompozit rezinlerin mekanik özelliklerini karşılaştırdığı çalışmalarında, SonicFill sistemin en iyi mekanik özelliklere sahip olduğunu iddia etmektedir. Bu sistemde kullanılan kompozit, akıcı ve universal kompozitlerin bir kombinasyonudur ve sonik enerjiye tepki veren özel modifiye edicilere sahip, yüksek oranda doldurulmuş özel bir rezin içerir. El aleti sayesinde sonik enerji uygulandığında, modifiye ediciler viskozitenin düşmesine (%87'ye kadar) neden olur ve kompozitin akışkanlığını artırır. Sonik enerji durduğunda, bileşik daha viskoz, gevşemeyen bir hale geri döner. Çolak ve arkadaşları (2016) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmese de, SonicFill bulk fill kompozitin tamir makaslama bağlanma dayanımının Tetric EvoCeram bulk fill kompozitten daha yüksek olmasının SonicFill'in akışkanlığının sonik enerji sayesinde artmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da SonicFill 2 bulk fill kompozit istatistiksel olarak anlamlı olmasa da en yüksek bağlanma dayanım değerleri göstermiştir. Bu sonucun SonicFill sistemin çalışma prensibi farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda makaslama bağlanma dayanıklılık testi sonrası kırık tipleri incelendiğinde çoğunlukla adeziv kırıklara rastlanmıştır. Kullanılan bağlayıcı ajanın zayıf ıslatıcılık özelliği, bağlanma bölgesindeki pörozite ve küçük düzeydeki boşluklar gibi teknik hatalar zayıf bağlanmalara neden olarak adeziv kırılmalara yol açabilirler (Baur ve Ilie, 2013). Adeziv başarısızlık, düşük bağlanma dayanımına sahip materyaller arasında bağlanma ara yüzeyinde ayrılma şeklinde görülmektedir. Bu durum restorasyonun düşük tamir bağlanma dayanımına veya kompozit rezin yapısının daha sağlam olduğuna işaret etmektedir. Koheziv başarısızlık ise, kompozit matriks içerisinde meydana gelmektedir ve iki kompozit materyalin birbirine güçlü şekilde bağlandığının kanıtıdır (Nassoohi ve ark., 2015). Çalışmamızda incelenen

örneklerde koheziv kırık tipine rastlanmamıştır. Az da olsa örnek yüzeylerinde tespit edilen karma (miks) başarısızlık tipinde ise, hem bağlanma ara yüzeyinde hem de restoratif materyal veya tamir materyali içerisinde koheziv başarısızlık aynı anda gözlenmiştir. Sonuç olarak çalışmamızda kullanılan kompozit tipleri başarısızlık modu üzerinde anlamlı bir etki göstermemiştir diyebiliriz.

Baur ve Ilie'nin (2013) yaptığı çalışmada, örneklerin başarısızlık modları incelendiğinde düşük bağlanma değerlerinde adeziv kırılma tiplerinin görülme sıklığında artış gözlenmiştir. Koç ve arkadaşlarının çalışmasına göre (2017) adeziv kırık insidansı, düşük bağlanma değerlerinde artış göstermiştir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde düşük bağlanma değeri gösteren gruplarda adeziv kırık sayısı diğerlerinden daha fazladır.

Fornazari ve arkadaşları (2017) çalışmalarında, air abrazyonla hazırlanan örneklerde daha çok koheziv kırıkların görüldüğünü bildirmişlerdir. Cho ve arkadaşları (2013)'nın çalışmasında, air abrazyon uygulanan örneklerde sadece koheziv tipte kırıklar görülmüştür. Kimyai ve arkadaşları (2015), air abrazyon yönteminde mix tip kırıklara daha fazla rastlamıştır. Literatür verileri ve bizim çalışmamızın bulguları arasındaki farklılıkların, kullanılan adeziv ile kompozit rezin sistemlerindeki farklılığa, seçilen test yöntemine ve yaşlandırma sürelerine bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Her *in vitro* çalışmada olduğu gibi, bu çalışmanın da bazı sınırlamaları vardır. Bunlardan ilki; restoratif materyal olarak sadece bir nanohibrit kompozit rezinin kullanılmasıdır. Bu çalışmanın sonuçları, sadece bu nanohibrit kompozit rezine yapılan yaşlandırma ve yüzey hazırlama işleminin bulgularını yansıtmaktadır. Ancak, klinikte çok farklı kimyasal yapılara veya içeriklere sahip kompozit rezinler kullanılabilmektedir. Bu nedenle, bu spesifik bulguların tüm kompozit rezinler için belirlenebilecek tamir uygulamalarına yol göstermesi mümkün değildir. Bu çalışmanın bulgularının, tüm klinik durumlara genellenmesini engelleyen bir diğer durum da, tek çeşit ve self etch modunda universal adeziv sistem kullanılmış olmasıdır. Halbuki universal adezivler klinikte farklı modlarda kullanılmak üzere üretilmişlerdir. Bu nedenle, bu araştırma protokolünün farklı modda uygulanan birden fazla adeziv sistem kullanılarak tekrarlanması faydalı olabilir. Bu çalışmanın

diğer bir sınırlaması ise, örneklerin yaşlandırılmasında sadece termal siklus yönteminin kullanılmasıdır. Ancak klinikte dişler sadece termal değil, aynı zamanda mekanik ve kimyasal etkilere de maruz kalmaktadır. Bu nedenle, bu bulguların termomekanik ve kimyasal yaşlandırma gibi daha kompleks yaşlandırma yöntemleriyle de desteklenmesi gereklidir. Tüm bu sınırlamalar dahilinde gerçekleştirilen bu çalışma, bir kompozit rezinin tamirinde kullanılan farklı kompozit tiplerinin bağlanma dayanımı üzerine etkisi hakkında rehber olsa da; sonuçların daha fazla klinik duruma cevap verebilmesi için, bu konuda diğer kompozit rezin ve adeziv sistemlerin test edildiği daha fazla *in vitro* çalışmaya ihtiyaç vardır.



5. SONUÇ

Bu *in vitro* çalışmanın sınırlamaları dahilinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

1. Tamir materyali olarak kullanılan farklı yapıdaki bulk fill kompozitlerin makaslama bağlanma dayanım değerleri kendi aralarında karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

2. Bulk fill kompozitler kullanılarak yapılan tamir işleminde, elde edilen makaslama bağlanma dayanım değerleri, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, nanohibrit kompozit rezinlere kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

3. Bulk fill kompozit rezinlerin makaslama bağlanma dayanımları, kırık tipleri ile negatif korelasyon göstermektedir. Adeziv kırık insidansı, düşük bağlanma dayanımlarında artış göstermektedir.

ÖZET

Bulk Fill Kompozitlerin Tamir Bağlanma Dayanımlarının Karşılaştırılması

Bu *in vitro* çalışmanın amacı: suni olarak yaşlandırılan aynı yüzey işlemleri uygulanmış geleneksel nanohibrit kompozitle hazırlanmış örneklerin 3 farklı bulk fill kompozitle tamir edildikten sonraki tamir makaslama bağlanma dayanımlarını karşılaştırmak ve başarısızlık sonrasında oluşan kırık tiplerini incelemektir.

Çalışmamızda geleneksel nanohibrit kompozit rezin (Clearfil Majesty Esthetic Posterior) ile hazırlanan 40 adet örnek termal siklus yöntemi ile yaşlandırılmış ve sonrasında air abrazyon yöntemi ile pürüzlendirilmiştir. Yüzeyi pürüzlenen örnekler self etch bir universal adeziv uygulanıp üzerine plastik boru sabitlenmiştir. Tamire hazır hale gelen örnekler n=10 olacak şekilde 4 gruba ayrılmıştır. İlk grup kontrol grubu olup kendi kompozit rezini ile tamir edilirken, diğer gruplar 3 farklı bulk fill kompozit rezin (Tetric EvoCeram, Admira Fusion X-tra, SonicFill 2) ile tamir edilmiştir. Tamir sonrası tekrar yaşlandırılan tüm örnekler mikromakaslama bağlanma dayanım testine tabi tutulmuş ve bağlanma dayanım değerleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar Tek Yönlü Varyans Analizi Testi (ANOVA) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir ($p < 0,05$). Ayrıca makaslama bağlanma testi uygulanan kırık örnekler X25 büyütmede stereomikroskop altında incelenmiş ve kırılma tipleri belirlenmiştir. Sonuç olarak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte; bulk fill kompozit rezinlerle yapılan tamir işleminin makaslama bağlanma dayanım değerlerinin nanohibrit kompozit rezine kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bağlanma Dayanımı, Bulk Fill Kompozit, Kompozit Tamiri.

SUMMARY

Comparison of Repair Bonding Strength of Bulk Fill Composites

The purpose of this *in vitro* study is to compare the shear bond strengths of samples prepared with conventional nanohybrid composites that have been artificially aged with the same surface treatments, after repairing them with 3 different bulk fill composites and to examine the fracture types that occur after failure.

In our study, 40 samples prepared with traditional nanohybrid composite resin (Clearfil Majesty Esthetic Posterior) were aged with the thermal cycle method and then roughened with the air abrasion method. On the surface roughened samples, a universal adhesive was applied on self-etch and fixed on the plastic pipe. The samples, which are ready for repair, are divided into 4 groups as n=10. The first group is the control group and it is repaired with its own composite resin, while the other groups are repaired with 3 different bulk fill composite resin (Tetric EvoCeram, Admira Fusion X-tra, SonicFill 2). All samples that were aged after repair were subjected to micro-shear bond strength test and the bond strength values were measured. The obtained results were statistically evaluated using the One Way Variance Analysis Test (ANOVA) ($p < 0.05$). In addition, the shear bonding test applied to the broken samples were examined under a stereomicroscope at X25 magnification and the types of refraction were determined. As a result, although there is no statistically significant difference between the groups; It was found that the shear bond strength values of the repair process made with bulk fill composite resins were higher compared to the nanohybrid composite resin.

Key Words: Bond Strength, Bulk Fill Composite, Composite Repair.

KAYNAKLAR

- AGARWAL RS, HIREMATH H, AGARWAL J, GARG A (2015). Evaluation of cervical marginal and internal adaptation using newer bulk fill composites: An in vitro study. *J Conserv Dent*, **18**: 56-61.
- AHMADIZENOUZ G, ESMAEILI B, TAGHVAEI A, JAMALI Z, JAFARI T, AMIRI DANESHVAR F, KHAFRI S (2016). Effect of different surface treatments on the shear bond strength of nanofilled composite repairs. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, **10**: 9-16.
- AKIMOTO N, TAKAMIZU M, MOMOI Y (2007). 10-year clinical evaluation of a selfetching adhesive system. *Oper Dent*, **32**: 3–10.
- ALBERS HF (2002). Tooth-colored restoratives. Principles and techniques, ed 9, BC, Decker Inc.
- ALTAY N, AKÇA T (2002). Invitro bağlantı kuvveti ölçme testlerinin değerlendirilmesi. *HÜ Diş Hek Fak Derg*, **26**: 32-8.
- AMARAL F.L.B, COLUCCI V, PALMA R.G, CORONA S.A.M (2007). Assesment of in vitromethods used to promote adhesive interface degradation: A critical review. *J. Esthet. Restor. Dent*, **19**: 340-54.
- ANTONSON SA, YAZICI AR, OKTE Z, VILLALTA P, ANTONSON DE, HARDIGAN PC (2012). Effect of resealing on microleakage of resin composite restorations in relationship to margin design and composite type. *Eur J Dent*, **6**: 389-95.
- ANUSAVICE KJ (1996). Philips' science of dental materials.
- ATABEK D, YALÇIN G, ÖZTAŞ N (2014). Comparative Mechanical Properties of Bulk-Fill Resins. *Open Journal of Composite Materials*, **4**: 117-21.
- ATALAY C, YAZICI AR, OZGUNALTAY G (2018). Bond strengths of bulk-fill resin composite repairs: effect of different surface treatment protocols in vitro. *Journal of Adhesion Science and Technology*, **32**: 921-30.
- AW T.C, NICHOLLS J.L (2001). Polymerization shrinkage of densely-filled resin composites. *Oper Dent*, **26**: 498-504.
- AYDIN N, KARAOĞLANOĞLU S, OKTAY E.A, TOKSOY TOPÇU F, DEMİR F. (2019). Diş Hekimliğinde bulk fill kompozitler *Selcuk Dent J*, **6**: 229-38.
- BACCHI A, CONSANI RL, SINHORETI MA, FEITOSA VP, CAVALCANTE LM, PFEIFER CS, SCHNEIDER LF (2013). Repair bond strength in aged methacrylate- and silorane-based composites *Journal of Adhesive Dentistry*, **15**: 447-52.

- BADER JD, SHUGARS DA (1992). Understanding dentists' restorative treatment decisions. *J Public Health Dent*, **52**: 102–10.
- BAGHERI R, TYAS MJ, BURROW MF (2007). Subsurface degradation of resin-based composites. *Dent Mater*, **23**: 944–51.
- BALDISSERA RA, CORRÊA MB, SCHUCH HS (2013). Are there universal restorative composites for anterior and posterior teeth? *J Dent*, **41**: 1027–35.
- BARCELLOS DC, SANTOS VMM, NIU LN, PASHLEY DH, TAY FCM, PUCCI CR (2015). Repair of composites: effect of laser and different surface treatments. *Int J Adhes Adhes*, **59**: 1–6.
- BARKMEIER WW, MATRANGA LF, MANDRAS RS, LATTA MA., THURMOND JW (1996). Three year clinical evaluation of the Clearfil Liner Bond System. *J Dent Res*, **75**: 397.
- BATISTA GR, KAMAZAKI MBB, GUTIERREZ NC, CANEPPELE TMF, TORRES CRG (2015). Effects of different surface treatments on composite repairs. *J Adhes Dent*, **17**: 421–6.
- BAUR V, ILIE N (2013). Repair of dental resin-based composites. *Clin Oral Investig*, **17**: 601–8.
- BAYIRLI GŞ, ŞİRİN Ş. (1985). Restoratif tedavi. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları.
- BAYNE SC, HEYMANN HO, SWIFT EJ, JR (1994). Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc*, **125**: 687-701.
- BLUM IR (2008). The management of failing direct composite restorations: replace or repair? In: Lynch CD, Brunton PA, Wilson NHF, editors. Successful Posterior Composites. London, UK: Quintessence Publishing Company.
- BLUM IR, JAGGER DC, WILSON NHF (2011). Defective dental restorations: to repair or not to repair? Part 1: direct composite restorations. *Dent Update*, **38**: 78–80, 82–4.
- BLUM IR, LYNCH CD (2014). Repair versus replacement of defective direct dental restorations in posterior teeth of adults. *Prim Dent J*, **3**: 62-7.
- BLUM IR, LYNCH CD, WILSON NHF (2012). Teaching of the repair of defective composite restorations in Scandinavian dental schools. *J Oral Rehabil*, **39**: 210–6.
- BLUM IR, LYNCH CD, WILSON NH. (2014). Factors influencing repair of dental restorations with resin composite. *Clin Cosmet Investig Dent*, **6**: 81-7.
- BLUM IR, MJOR IA, SCHRIEVER A, HEIDEMANN D, WILSON NHF (2003b). Defective direct composite restorations – replace or repair? A comparison of teaching between Scandinavian dental schools. *Swed Dent J*, **27**: 99–104.

- BLUM IR, NEWTON JT, WILSON NH (2005). A cohort investigation of the changes in vocational dental practitioners' views on repairing defective direct composite restorations. *Br Dent J*, Suppl:27-30.
- BLUM IR, ÖZCAN M (2018). Reparative Dentistry: Possibilities and Limitations. *Curr Oral Health Rep*, **5**: 264-9.
- BLUM IR, SCHRIEVER A, HEIDEMANN D, MJOR IA, WILSON NH (2003a). The repair of direct composite restorations: an international survey of the teaching of operative techniques and materials. *European journal of dental education: official journal of the Association for Dental Education in Europe*, **7**: 41-8.
- BOUSCHLİCHER MR, REINHARDT JW, VARGAS MA (1997). Surface treatment techniques for resin composite repair *American Journal of Dentistry*, **10**: 279-83.
- BOYER DB, CHAN KC, REINHARDT JW (1984). Build-up and repair of light-cured composites bond strength. *J Dent Res*, **63**: 1241-4.
- BOYER DB, CHAN KC, TORNEY DL (1978). The strength of multilayer and repair composite resin. *J Prosthet Dent*, **39**: 63-7.
- BROSH T, PILO R, BICHACHO N, BLUTSTEIN R (1997). Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *The Journal of prosthetic dentistry*, **77**: 122-6.
- BUCUTA S, ILIE N (2014). Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clinical oral investigations*, **18**: 1991-2000.
- BURGESS J, CAKIR D (2010). Comparative properties of low-shrinkage composite resins. *Compendium of continuing education in dentistry*, **2**: 10-5.
- BURTSCHER P (1993). Stability of radicals in cured composite materials *Dental Materials*, **9**: 218-22.
- CARDOSO PE, BRAGA RR, CARRILHO MR (1998). Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dental Materials*, **14**: 394-8.
- CASAGRANDE L, LASKE M, BRONKHORST EM, HUYSMANS M, OPDAM NJM (2017). Repair may increase survival of direct posterior restorations - A practice based study. *J Dent*, **64**: 30-6.
- CATALBAS B, UYSAL T, NUR M, DEMIR A, GUNDUZ B. (2010). Effects of thermocycling on the degree of cure of two lingual retainer composites. *Dent Mater J*, **29**: 41-6.
- CHAN KC, BOYER DB (1983). Refair of conventional and microfilled composite resins. *J Prosthet Dent*, **50**: 345-50.

- CHEN MH, CHEN CR, HSU SH, SUN SP, SU WF (2006). Low shrinkage light curable nanocomposite for dental restorative material. *Dent Mater*, **22**: 138-45.
- CHESTERMAN J, JOWETT A, GALLACHER A, NIXON P (2017). Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review *British Dental Journal*, **222**: 337-44.
- CHO SD, RAJITRANGSON P, MATIS BA, PLATT JA (2013). Effect of Er, Cr: YSGG laser, air abrasion, and silane application on repaired shear bond strength of composites. *Oper Dent*, **38**: 1-9.
- COMBA L, BRADNA P, LENČOVÁ E, DUŠKOVÁ J, HOUŠOVÁ D (2015). The Effect of Surface Treatment and Adhesive System on the Durability of Composite Repairs. *Dentistry*, **5**:318.
- COSTA TR, FERREIRA SQ, KLEIN-JÚNIOR CA, LOGUERCIA AD, REIS A (2010). Durability of surface treatments and intermediate agents used for repair of a polished composite. *Oper Dent*, **35**: 231–7.
- CRAIG RG (2001). *Restorative Dental Materials*, ed 11, St Louis, Mosby.
- CRISPIN JB (1994). *Contemporary Esthetic Dentistry: Practice Fundamentals*. 3rd Edition ed. Tokyo: Quintessence Pub. CO. Ltd.
- CRUMPLER DC, BAYNE SC, SOCKWELL S, BRUNSON D, ROBERSON TM (1989). Bonding to resurfaced posterior composites. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, **5**: 417-24.
- CZASCH P, ILIE N (2013). In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig*, **17**: 227-35.
- ÇOLAK H, ERCAN E, HAMIDI MM (2016). Shear bond strength of bulk-fill and nanorestorative materials to dentin. *Eur J Dent*, **10**: 40-5.
- DA COSTA TR, SERRANO AM, ATMAN AP, LOGUERCIO AD, REIS A (2012). Durability of composite repair using different surface treatments. *J Dent*, **40**: 513–21.
- DALL'OCA S, PAPACCHINI F, GORACCI C, CURY AH, SUH BI, TAY FR, POLIMENI A., FERRARI M (2007). Effect of oxygen inhibition on composite repair strength over time. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, **81**: 493-8.
- DAVIS N. (2003). A Nanotechnology Composite. *Compend Contin Educ Dent*, **24**: 662-7.
- DAYANGAÇ B (2000). *Kompozit rezin restorasyonlar*: Güneş Kitabevi.
- DAYANGAÇ B (2011). *Kompozit Rezin Restorasyonlar*. Ankara: Güneş Kitabevi LTD. Şti.
- DAYANGAÇ BG (2005). *Kompozit Rezin Restorasyonlar*, Ankara, Quintessence.

- DE CARVALHO MARTINS BM, DA SILVA E, TAVARES PEREIRA FERREIRA DM, RODRIGUES REIS K, DA SILVA FIDALGO TK (2018). Longevity of defective direct restorations treated by minimally invasive techniques or complete replacement in permanent teeth: A systematic review. *J Dent*.
- DE JESUS TAVAREZ RR, JÚNIOR LJDSA, GUARÁ TCG, RIBEIRO IS, MAIA FILHO EM, FIROOZMAND LM (2017). Shear bond strength of different surface treatments in bulk fill, microhybrid, and nanoparticle repair resins. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*, **9**: 61.
- DE MUNCK J, 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. *J Dent Res*, **84**: 118-32.
- DEMARCO FF, CORREA MB, CENCIMS, MORAES RR, OPDAM NJ (2012). Longevity of posterior composite restorations: not only a matter of materials. *Dent Mater*, **28**: 87-101.
- DONADIO-MOURA J, GOUW-SOARES S, DE FREITAS PM, NAVARRO RS, POWELL LG, EDUARDO CDE P (2005). Tensile bond strength of a flowable composite resin to ER: YAG-laser-treated dentin. *Lasers Surg Med*, **36**: 351-5.
- DOS SANTOS PA, GARCIA PP, PALMA-DIBB RG (2005). Shear bond strength of adhesive systems to enamel and dentin. Thermocycling influence. *J Mater Sci Mater Med*, **16**: 727-32.
- DUDDU MK, MUPPA R, PANTHULA P (2015). Comparison of shear bond strength and micro-leakage of three commercially available seventh generation bonding agents in primary anterior teeth: an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, **33**: 116–21.
- EICK J, KOSTORYZ E, ROZZI S, JACOBS DI, OXMAN J, CHAPPELOW C, GLAROS AG, YOURTEE DM (2002). In vitro biocompatibility of oxirane/polyol dental composites with promising physical properties. *Dental Materials*, **18**: 413-21.
- EICK JD, ROBINSON SJ, CHAPPELL RP, COBB CM, SPENCER P (1993). The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part III. *Quintessence international*, **24**(8).
- EL MOURAD AM. (2018). Assessment of Bonding Effectiveness of Adhesive Materials to Tooth Structure using Bond Strength Test Methods: A Review of Literature. *Open Dent J*, **12**: 664-78.
- EL NAGA AA. (2017). The Microshear Bond Strength of Repaired Resin Composite after Different Surface and Bonding Treatments. *J Am Sci*, **13**: 79-86.

- EL-SAFTY S, SILIKAS N, WATTS DC (2012). Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater*, **28**: 928-35.
- ERNST CP, CANBEK K, EULER T, WILLERSHAUSEN B (2004b). In vivo validation of the historical in vitro thermocycling temperature range for dental materials testing. *Clin Oral Investig*, **8**: 130-8.
- ERNST CP, MEYER GR, KLOCKER K, WILLERSHAUSEN B. (2004a). Determination of polymerization shrinkage stress by means of a photoelastic investigation. *Dent Mater*, **20**: 313-21.
- FAWZY AS, EL-ASKARY FS, AMER MA (2008). Effect of surface treatments on the tensile bond strength of repaired water-aged anterior restorative micro-fine hybrid resin composite. *J Dent*, **36**: 969–76.
- FENNIS WM, KUIJS RH, ROETERS FJ (2014). Randomized Control Trial of Composite Cuspal Restorations: Five-year Results. *J Dent Res*, **93**: 36–41.
- FERNANDEZ E, MARTIN J, VILDOSOLA P, OLIVEIRA JUNIOR OB, GORDAN V, MJOR I, BERSEZIO C, ESTAY J, DE ANDRADE MF, MONCADA G (2015). Can repair increase the longevity of composite resins? Results of a 10-year clinical trial. *Journal of Dentistry* **43**: 279-86.
- FERNANDEZ E, MARTIN J, VILDOSOLA P, OLIVEIRA JUNIOR OB, GORDAN V, MJOR I, BERSEZIO C, ESTAY J, ANDRADE MF, MONCADA G (2015). Can repair increase the longevity of composite resins? Results of a 10-year clinical trial. *Journal of dentistry*, **43**: 279-86.
- FERRACANE JL (1995a). Materials in dentistry: principles and applications, J.B. Lippincott, Philadelphia.
- FERRACANE JL (2008). Buonocore Lecture: placing dental composites – a stressful experience. *Oper Dent*, **33**: 247-57.
- FERRACANE JL (2011). Resin composite—State of the art. *Dent Mater*, **27**: 29–38.
- FERRACANE JL (1995b). Current trends in dental composites. Critical reviews in oral biology and medicine: an official publication of the American Association of Oral Biologists, **6**: 302-18.
- FERRACANE JL, MARKER VA (1992). Solvent degradation and reduced fracture toughness in aged composites. *J Dent Res*, **71**: 13-9.
- FERRACANE JL, MITCHEM JC (2013). Relationship between composite contraction stress and leakage in Class V cavities. *Am J Dent*, **16**: 239-43.
- FIGUEIREDO REIS A, GIANNINI M, AMBROSANO GM, CHAN DC (2003). The effects of filling techniques and a low-viscosity composite liner on bond strength to class II cavities. *J Dent*, **31**: 59-66.

- FLEMING GJ, AWAN M, COOPER PR, SLOAN AJ (2008). The potential of a resin-composite to be cured to a 4mm depth. *Dent Mater*, **24**: 522-29.
- FLURY S, HAYOZ S, PEUTZFELDT A, HUSLER J, LUSSI A (2012). Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater*, **28**: 521-8.
- FLURY S, PEUTZFELDT A, LUSSI A (2014). Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composites. *Dent Mater*, **30**: 1104–12.
- FORNAZARI IA, WILLE I, MEDA EM, BRUM RT, SOUZA EM (2017). Effect of Surface Treatment, Silane, and Universal Adhesive on Microshear Bond Strength of Nanofilled Composite Repairs. *Oper Dent*, **42**: 367–74.
- FRANKENBERGER R, LOHBAUER U, ROGGENDORF MJ, NAUMANN M, TASCHNER M (2008). Selective enamel etching reconsidered: better than etch-and-rinse and self-etch? *J Adhes Dent*, **10**: 339-44.
- FREILICH MA, MEIERS JC, DUNCAN JP, ECKROTE KA, GOLDBERG AJ (2002). Clinical evaluation of fibre-reinforced fixed bridges. *J Am Dent Assoc*, **133**: 1524-34.
- FREITAS RA (2005). What is nanomedicine? *Nanomedicine*, **1**: 2-9.
- FRENCKEN JE, PETERS MC, MANTON DJ, LEAL SC, GORDAN VV, EDEN E. (2012). Minimal intervention dentistry (MID) for managing dental caries – a review: report of a FDI task group. *Int Dent J*, **62**: 223–43.
- FROES-SALGADO NR, GAJEWSKI V, ORNAGHI BP, PFEFER CS, MEIER MM, XAVIER TA, BRAGA RR (2015). Influence of the base and diluent monomer on network characteristics and mechanical properties of neat resin and composite materials. *Odontology*, **103**: 160-8.
- GALE M.S, DARVELL B.W (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental materials restorations. *J. Dent*, **27**: 89-99.
- GAROUSHI S, TANNER J, VALLITTU P, LASSILA L (2012). Preliminary clinical evaluation of short fiber-reinforced composite resin in posterior teeth: 12-months report. *Open Dent J*, **6**: 41-5.
- GAROUSHI S, VALLITTU P.K, LASSILA L.V (2011). Fracture toughness, compressive strength and load-bearing capacity of short glass fibre-reinforced composite resin. *Chin J Dent Res*, **14**: 15-9.
- GAROUSHI S, VALLITTU PK, LASSILA LV (2007). Direct restoration of severely damaged incisors using short fiber-reinforced composite resin. *J Dent*, **35**: 731-6.
- GIANNINI M, MAKISHI P, AYRES APA (2015). Self-Etch Adhesive Systems: A Literature Review. *Braz Dent J*, **26**: 3–10.

- GLADWIN M BM (2009). Theory, practice, and cases. Clinical aspects of dental materials. 3rd ed: Lippincott Williams & Wilkins.
- GLADWIN M, BAGBY M (2009). Clinical aspects of dental materials: theory, practice, and cases, Wolters Kluwer business, p.
- GLADYS S. VAN MEERBEEK B, BRAEM M, LAMBRECHTS P, VANHERLE G (1997). Comparative physicommechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. *J Dent Res*, **76**: 883-94.
- GORDAN VV, GARVAN CW, BLASER PK, MONDRAGON E, MJOR IA (2009a). A long-term evaluation of alternative treatments to replacement of resin-based composite restorations: results of a seven-year study. *J Am Dent Assoc*, **140**: 1476–84.
- GORDAN VV, GARVAN CW, RICHMAN JS, FELLOWS JL, RINDAL DB, QVIST B, HEFT MW, WILLIAMS OD, GILBERT GH (2009b). The DPBRN collaborative group: how dentists diagnose and treat defective restorations: evidence from The Dental Practice-based Research Network. *Oper Dent*, **34**: 664–73.
- GORDAN VV, MJOR IA, BLUM IR, WILSON NHF (2003). Teaching students the repair of resin based composite restorations: a survey of North American dental schools. *J Am Dent Assoc*, **134**: 317–23.
- GORDAN VV, RILEY JL 3RD, GERALDELI, VRINDAL DB, QVIST V, FELLOWS JL, KELLUM HP, HILBERT GH, (2012). Dental Practice-Based Research Network Collaborative Group. Repair or replacement of defective restorations by dentists in The Dental Practice-Based Research Network. *J Am Dent Assoc*, **143**: 593–601.
- GORDAN VV, RILEY JL III, GARVAN CW, MONDRAGON E, BLASER PK, MJOR IA (2011). 7-Year results of alternative treatments to defective amalgam restorations. *J Am Dent Assoc*, **142**: 842–49.
- GÖKÇE K (2005). Kompozit restorasyonlarda son gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2005(3).
- GREGORY WA, POUNDER B, BAKUS E (1990). Bond strengths of chemically dissimilar repaired composite resins. *J Prosthet Dent*, **64**: 664-8.
- GUAN L, LI J, WU G, HONG Z (1992). Initiation of polymerization with ultrasound in dental composite resin. *Biomater Artif Cells Immobilization Biotechnol*, **20**: 125-9.
- GUIMARÃES T, SCHNEIDER LF, BRAGA RR (2014). Mapping camphorquinone consumption, conversion and mechanical properties in methacrylates with systematically varied CQ/amine compositions. *Dent Mater*, **30**: 1274–9.

- HAMLIN NJ, BAILEY C, MOTYKA NC, VANDEWALLE KS (2016). Effect of tooth-structure thickness on light attenuation and depth of cure. *Oper Dent*, **41**: 200-7.
- HELVATJOGLU-ANTONIADES M, KOLINIOTOU-KUBIA E, DIONYSSOPOULOS P (2004). The effect of thermal cycling on the bovine dentine shear bond strength of current adhesive systems. *J Oral Rehabil*, **31**: 911-7.
- HEMADRI M, SARITHA G., RAJASEKHAR V, AMIT PACHLAG K, PURUSHOTHAM R, REDDY VKK (2014). Shear bond strength of repaired composites using surface treatments and repair materials: an in vitro study. *J Int Oral Health*, **6**: 22-5.
- HERVAS-GARCIA A., MARTINEZ-LOZANO MA., CABANES-VILA J., BARJAU- ESCRIBANO A., FOS-GALVE P. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *J Hist Dent*, **51**: 103-5.
- HEYMANN H, SWIFT E JR, RITTER A (2012). Dental Library-Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry, 6th Edition.
- HICKEL R, PESCHKE A, TYAS M, MJOR I, BAYNE S, PETERS M, HILLER KA, RANDAL R, VANHERLE G, HEINTZE SD (2010). FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations-update and clinical examples. *Clin Oral Investig*, **14**: 349-66.
- IKEMURA K, TAY FR, ENDO T, PASHLEY DH (2008). A review of chemical-approach and ultramorphological studies on the development of fluoride-releasing dental adhesives comprising new pre-reacted glass ionomer (PRG) fillers. *Dental Materials Journal*, **27**: 315-39.
- ILIE N, BUCUTA S, DRAENERT M (2013). Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent*, **38**: 618-25.
- ILIE N, HICKEL R (2011). Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR technology. *Dent Mater*, **27**: 348-55.
- ILIE N, SCHONER C, BUCHER K, HICKEL R (2014). An in-vitro assessment of the shear bond strength of bulk-fill resin composites to permanent and deciduous teeth. *J Dent*, **42**: 850-5.
- IMAZATO S., TARUMI H., KATO S, EBISU S. (1999). Water sorption and colour stability of composites containing the antibacterial monomer MDPB. *Journal of dentistry*, **27**: 279-83.
- IRIE M, SUZUKI K, WATTS DC (2002). Marginal gap formation of light-activated restorative materials: effects of immediate setting shrinkage and bond strength. *Dent Mater*, **18**: 203-10.

- ISO I. TS 11405 (2003). Dental materials—testing of adhesion to tooth structure. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization ISO Central Secretariat.
- ITOTA T, CARRICK TE, YOSHIYAMA M, MCCABE JF (2004). Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dental Materials*, **20**: 789-95.
- JIN X, BERTRAND S., HAMMESFAHR P. D. (2009). New radically polymerizable resins with remarkably low curing stress. *Journal of Dental Research*, **88** (Special Issue A).
- JOULAEI M, BAHARI M, AHMADI A (2012). Effect of Different Surface Treatments on Repair Micro-shear Bond Strength of Silica- and Zirconia-filled Composite Resins. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, **6**: 131–7.
- KAISARLY D, GEZAWI M. EL (2016). Polymerization shrinkage assessment of dental resin composites: a literature review. *Odontology*, **104**: 257–70.
- KAPOOR N, BAHUGUNA N, ANAND S (2016). Influence of composite insertion technique on gap formation. *J Conserv Dent*, **19**: 77-81.
- KARAMAN E, YAZICI AR, OZGUNALTAY G, DAYANGAC B (2012). Clinical evaluation of a nanohybrid and a flowable resin composite in non-carious cervical lesions: 24-month results. *J Adhes Dent*, **14**: 485-92.
- KAY E, WATTS A, PATERSON R, BLINKHORN A (1988). Preliminary investigation into the validity of dentists' decisions to restore occlusal surfaces of permanent teeth. *Community Dent Oral Epidemiol*, **16**: 91–4.
- KIMYAI S, OSKOEI SS, MOHAMMADI N, RIKHTEGARAN S, BAHARI M, OSKOEI PA, VAHEDPOUR H (2015). Effect of different mechanical and chemical surface treatments on the repaired bond strength of an indirect composite resin. *Lasers Med Sci*, **30**: 653-9.
- KIOMARSI N, ESPAHBODI M, CHINIFORUSH NI, KARAZIFARD MJ, KAMANGAR SSH (2017). In vitro evaluation of repair bond strength of composite: Effect of surface treatments with bur and laser and application of universal adhesive. *Laser Ther*, **26**: 173-80.
- KLAPDOHR S, MOSZNER N (2005). New Inorganic Components for Dental Filling Composites, 21-45 p.
- KLEVERLAAN CJ, FEILZER AJ (2005). Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dent Mater*, **21**: 1150-7.
- KOC-VURAL U., KERİMOVA L., BALTACIOGLU I (2017). Bond strength of dental nanocomposites repaired with a bulkfill composite. *J Clin Exp Dent*, **9**: 437-42.

- KORAY F, YÜCEL T (2002). Restoratif materyaller ve klinik uygulamaları, Kompozitin ön dişlerde kullanımı. *Türk Diş Hek Bir Derg*, **71**: 16-23.
- KUPIEC KA, BARKMEIER WW (1996). Laboratory evaluation of surface treatments for composite repair. *Operative dentistry*, **21**: 59-62.
- LASSILA LV, NAGAS E, VALLITTU PK, GAROUSHI S (2012). Translucency of flowable bulk-filling composites of various thicknesses. *Chin J Dent Res*, **15**: 31-35.
- LASTUMAKI TM, KALLIO TT, VALLITTU PK (2002). The bond strength of light-curing composite resin to finally polymerized and aged glass fiber-reinforced composite substrate. *Biomater*, **23**: 4533-9.
- LAZARCHIK DA, HAMMOND BD, SIKES CL (2007). Hardness comparison of bulk filled/transtooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *J Prosthet Dent*, **98**: 129-40.
- LAZARCHIK DA, HAMMOND BD, SIKES CL, LOONEY SW, RUEGGERBERG FA (2007). Hardness comparison of bulkfilled / transtooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *J Prosthet Dent*, **98**: 129-40.
- LEE JH, UM CM, LEE IB (2006). Rheological properties of resin composites according to variations in monomer and filler composition. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, **22**: 515-26.
- LEE YK (2008). Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dent Mater*, **24**: 1243-7.
- LEINFELDER KF (1993). Current developments in dentin bonding systems: Major progress found in today's product. *J Am Dent Assoc*, **124**: 40-2.
- LEINFELDER KF, ROBERSON TM. (1983). Clinical evaluation of posterior composite resins. *General dentistry*, **31**: 276-80.
- LEPRINCE JG, PALIN WM, VANACKER J, SABBAGH J, DEVAUX J, LELOUP G (2014). Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent*, **42**: 993-1000.
- LIEN W, VANDEWALLE KS (2010). Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dent Mater*, **26**: 337-44.
- LIZARELLI RDE F, MORIYAMA LT, BAGNATO VS (2003). Ablation of composite resins using Er:YAG laser--comparison with enamel and dentin. *Lasers in surgery and medicine*, **33**: 132-9.
- LOOMANS B, ÖZCAN M (2016). Intraoral Repair of Direct and Indirect Restorations: Procedures and Guidelines. *Oper Dent*, **41**: 68-78.

- LOOMANS BA, CARDOSO MV, OPDAM NJ, ROETERS FJ, DE MUNCK J, HUYSMANS MC, VAN MEERBEEK B (2011b). Surface roughness of etched composite resin in light of composite repair. *J Dent*, **39**: 499-505.
- LOOMANS BA, CARDOSO MV, ROETERS FJ, OPDAM NJ, DE MUNCK J, HUYSMANS MC, VAN MEERBEEK B (2011a). Is there one optimal repair technique for all composites? *Dent Mater*, **27**: 701-9.
- LOOMANS BA, MESKO ME, MORAES RR, RUBEN J, BRONKHORST EM, PEREIRA-CENCI T, HUYSMANS MC (2017). Effect of different surface treatment techniques on the repair strength of indirect composites. *J Dent*, **59**: 18-25.
- LUCENA-MARTIN C, GONZÁLEZ-LÓPEZ S, NAVAJAS-RODRIGUEZ DE MONDELO JM (2001). The effect of various surface treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. *J Prosthet Dent*, **86**: 481-8.
- LUNG CY, MATINLINNA JP (2012). Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: An overview *Dental Materials*, **28**: 467-77.
- LUTZ F, PHILLIPS RW (1983). A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent*, **50**: 480-8.
- LYNCH CD (2008). Successful Posterior Composites, QuintEssential.
- M. BRAUER G (1981). Initiator-Accelerator Systems for Acrylic Resins and Composites, 395-409 p.
- MANHART J, KUNZELMANN KH, CHEN HY, HICKEL R (2000). Mechanical properties of new composite restorative materials. *Journal of Biomedical Materials Research: 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*, **53**: 353-61.
- MARCHESI G, FRASSETTO A, MAZZONI A, APOLONIO F, DIOLOSA M, CADENARO M, DI LENARDA R, PASHLEY DH, TAY F, BRESCHI L. (2014). Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-Year in vitro study. *J Dent*, **42**: 603-12.
- MARTIN J, FERNANDEZ E, ESTAY J, GORDAN VV, MJOR IA, MONCADA G (2013). Minimal invasive treatment for defective restorations: five-year results using sealants. *Oper Dent*, **38**: 125-33.
- MARTINS BMC, SILVA E, FERREIRA D, REIS KR, FIDALGO T (2018). Longevity of defective direct restorations treated by minimally invasive techniques or complete replacement in permanent teeth: A systematic review. *J Dent*, **78**: 22-30.

- MASARWA N, MOHAMED A, ABOU-RABII I (2016). Longevity of Self-etch Dentin Bonding Adhesives Compared to Etch-and-rinse Dentin Bonding Adhesives: A Systematic Review. *J Evid Based Dent Pract*, **16**: 96–106.
- MATINLINNA JP, LASSILA LV, ÖZCAN M, YLI-URPO A, VALLITTU PK (2004). An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry *International Journal of Prosthodontics*, **17**: 155-64.
- MCCABE JF, WALLS A (2008). Applied dental materials, 9th ed. ed. Blackwell, Oxford.
- MITCHELL C (2008). Dental Materials in Operative Dentistry, QuintEssential.
- MITRA SB, WU D, HOLMES BN (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*, **134**: 1382-90.
- MJOR IA, Moorhead JE, Dahl JE (2000). Reasons for replacement of restorations in permanent teeth in general dental practice. *Int Dent J*, **50**: 360–6.
- MONCADA G, FERNANDEZ E, MARTIN J, ARANCIBIA C., MJOR IA, GORDAN VV (2008). Increasing the longevity of restorations by minimal intervention: A two-year clinical trial *Operative Dentistry*, **33**: 258-64.
- MONCADA G, MARTIN J, FERNÁNDEZ E, HEMPEL MC, MJOR I, GORDAN VV (2009). Sealing, repair and refurbishment of class I and class II defective restorations: a three-year clinical trial. *J Am Dent Assoc*, **140**: 425–32.
- MOORTHY A, HOGG CH, DOWLING AH, GRUFFERTY BF, BENETTI AR, FLEMING GJ (2012). Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *J Dent*, **40**: 500-5.
- MORRESI AL, D'AMARIO M, CAPOGRECO M, GATTO R, MARZO G, D'ARCANGELO C, MONACO A (2014). Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater*, **29**: 295-308.
- MOSZNER N, SALZ U (2001). New developments of polymeric dental composites. *Progress in Polymer Science*, **26**: 535-76.
- NASSOOHI N, KAZEMI H, SADAGHIANI M. (2015). Effects of three surface conditioning techniques on repair bond strength of nanohybrid and nanofilled composites. *Dent Res J (Isfahan)*, **12**: 554–61.
- NOAR SJ, SMITH BGN (1990). Diagnosis of caries and treatment decisions in approximal surfaces of posterior teeth in vitro. *J Oral Rehabil*, **17**: 209–18.
- NOORT RV (2007). An introduction to dental materials, 3rd ed. Mosby, Edinburgh.
- NOORT RV (2013). Introduction to Dental Materials. 4th ed. New York: Mosby Elsevier.

- O'BRIEN W. (2008). Dental Materials and Their Selection. 4th ed. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc.
- OPDAM NJ, VAN DE SANDE FH, BRONKHORST E, CENCI MS, BOTTENBERG P, PALLESEN U, GAENGLER P, LINDBERG A, HUYSMANS MC, VAN DIJKEN JW (2014). Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*, **93**: 943-9.
- OPDAM NJ, BRONKHORST EM, LOOMANS BA, HUYSMANS MC (2010). 12-year survival of composite vs. amalgam restorations. *J Dent Res*, **89**: 1063-7.
- OPDAM NJ, BRONKHORST EM, LOOMANS BA, HUYSMANS MC (2012). Longevity of repaired restorations: a practice based study. *J Dent*, **40**: 829-35.
- OZEL BEKTAS O, EREN D, HERGUNER SISO S, AKIN GE (2012). Effect of thermocycling on the bond strength of composite resin to bur and laser treated composite resin. *Lasers Med Sci*, **27**: 723-8.
- ÖNAL B (2004). Diş Hekimliğinde Maddeler ve Uygulamaları, 9th ed. ed. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, İzmir.
- ÖZCAN M, VALLITTU PK (2003). Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dental Materials*, **19**: 725-31.
- ÖZCAN M, BARBOSA SH, MELO RM, GALHANO G, BOTTINO MA. (2007). Effect of surface conditioning methods on the microtensile bond strength of resin composite to composite after aging conditions. *Dent Mater*, **23**: 1276-82.
- ÖZCAN M, BARBOSA SH, MELO RM, GALHANO GA, BOTTINO MA (2007). Effect of surface conditioning methods on the microtensile bond strength of resin composite to composite after aging conditions *Dental Materials*, **23**: 1276-82.
- ÖZCAN M, CORAZZA PH, MAROCHO SM, BARBOSA SH, BOTTINO MA (2013). Repair bond strength of microhybrid, nanohybrid and nanofilled resin composites: effect of substrate resin type, surface conditioning and ageing. *Clin Oral Investig*, **17**: 1751-8.
- ÖZCAN M, CURA C, BRENDEKE J (2010). Effect of aging conditions on the repair bond strength of a microhybrid and a nanohybrid resin composite. *Journal of Adhesive Dentistry*, **12**: 551.
- ÖZCAN M, PEKKAN G (2013). Effect of different adhesion strategies on bond strength of resin composite to composite-dentin complex. *Oper Dent*, **38**: 63-72.
- ÖZKUL S, KÜÇÜKEŞMEN Ç (2012). *Balıkesir Sağlık Bil Derg*, Cilt:1 Sayı:3.

- PALIN WM, FLEMING GJ, NATHWANI H., BURKE FT, RANDALL RC (2005). In vitro cuspal deflection and microleakage of maxillary premolars restored with novel low-shrink dental composites. *Dental Materials*, **21**: 324-35.
- PAPACCHINI F, DALL'OCA S, CHIEFFI N, GORACCI C, SADEK FT, SUH BI, TAY FR, FERRARI M (2007). Composite-to-composite microtensile bond strength in the repair of a microfilled hybrid resin: Effect of surface treatment and oxygen inhibition *Journal of Adhesive Dentistry*, **9**: 25-31.
- PARK J, CHANG J, FERRACANE J, LEE IB (2008). How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater*, **24**: 1501-05.
- PEKKAN G (2005). Tam seramikler ve dentin arasındaki dual cure rezin simanların kesme ve gerilme dayanıklılığının incelenmesi [Doktora]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- PERDIGAO J, LOGUERCIO AD (2014). Universal or multi-mode adhesives: Why and How? *J Adhes Dent*, **16**: 193-4.
- PERDIGAO J, SWIFT EJ (2006). Fundamental concept of enamel and dentin adhesion. Ed. Roberson, TM, Heymann, HO, Swift, EJ, In: Sturdevant's art and science of operative dentistry. Fifth ed. Missouri, Mosby Inc.
- PEUMANS M, DE MUNCK J, VAN LANDUYT KL, POITEVIN A, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B (2010). Eight-year clinical evaluation of a two-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dent Mater* **26**: 1176–84.
- PEUTZFELDT A (1997). Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci*, **105**: 97-116.
- POGGIO C, CHIESA M, SCRIBANTE A, MEKLER J, COLOMBO M (2013). Microleakage in Class II composite restorations with margins below the CEJ: in vitro evaluation of different restorative techniques. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, **18**: 793-8.
- POWERS JM, SAKAGUCHI RL (2006). Resin Composite Restorative Materials: Including Craig's Restorative Dental Materials. 12th ed. Missouri: Mosby, 190-212.
- POWERS JM, WATAHA JC, CRAIG RG (2008). Dental materials: properties and manipulation, 9th ed. Elsevier Mosby, St. Louis, Mo. London.
- RANDOLPH LD, PALIN WM., LEPRINCE JG (2018). Developing a more appropriate classification system for modern resin-based composite technologies. *Dental Composite Materials for Direct Restorations*, Springer, 89-96.

- RASMUSSEN S (1996). Analysis of dental shear bond strength tests, shear or tensile. *Int J Adhesion and Adhesives*, **16**: 147–154.
- RATHKE A, TYMINA Y, HALLER B (2009). Effect of different surface treatments on the composite-composite repair bond strength. *Clinical oral investigations*, **13**: 317-23.
- RINASTITI M, ÖZCAN M, SİSWOMIHARDJO W, BUSSCHER HJ (2010). Immediate repair bond strengths of microhybrid, nanohybrid and nanofilled composites after different surface treatments *Journal of Dentistry*, **38**: 29-38.
- RINASTITI M, ÖZCAN M, SİSWOMIHARDJO WI, BUSSCHER HJ (2011). Effects of surface conditioning on repair bond strengths of non-aged and aged microhybrid, nanohybrid, and nanofilled composite resins. *Clin Oral Investig*, **15**: 625-33.
- ROBERSON TM, HEYMANN H, SWIFT EJ, STURDEVANT CM (2006). Sturdevant's art and science of operative dentistry, 5th ed. Elsevier Mosby, Edinburgh.
- ROULET JF (1988). The problems associated with substituting composite resins for amalgam: a status report on posterior composites. *J Dent*, **16**: 101-13.
- RUEGGERBERG FA, ERGLE JW, METTENBURG DJ (2000). Polymerization depths of contemporary light-curing units using microhardness. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **12**: 340-9.
- SADOWSKY SJ (2006). An overview of treatment considerations for esthetic restorations: a review of the literature. *J Prosthet Dent*, **96**: 433-42.
- SAKAGUCHI RL, PETERS MC, NELSON SR, DOUGLAS WH, POORT HW (1992). Effects of polymerization contraction in composite restorations. *J Dent*, **20**: 178-82.
- SARKAR NK (2000). Internal corrosion in dental composite wear. *J Biomed Mater Res*, **53**: 371-80.
- SARRETT DC (2005). Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dental Materials*, **21**: 9-20.
- SHAH MB, FERRACANE JL, KRUZIC JJ (2009). Mechanistic aspects of fatigue crack growth behavior in resin based dental restorative composites. *Dent Mater*, **25**: 909-16.
- SHAHDAD S (1998). Bond strenght of repaired anterior composite resins: an in vitro study. *Journal of dentistry*, **26**: 8.
- SHAHDAD SA, KENNEDY JG (1998). Bond strength of repaired anterior composite resins: an in vitro study. *J Dent*, **26**: 685-94.

- SHARIF MO, CATLEUGH M, MERRY A (2010). Replacement versus repair of defective restorations in adults: resin composite. In: Brunton P, editor. Cochrane Database of Systematic Reviews. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.2.
- SILIKAS N, KAVVADIA K, ELIADES G, WATTS D (2005). Surface characterization of modern resin composites: A multitechnique approach. *American journal of dentistry*, **18**: 95-100.
- SILIKAS N, WATTS DC (1999). Rheology of urethane dimethacrylate and diluent formulations. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, **15**: 257-61.
- SODERHOLM KJ (1986). Flexure strength of repaired dental composites. *Scand J Dent Res*, **94**: 364-9.
- SODERHOLM KJ, ROBERTS MJ (1991). Variables influencing the repair strength of dental composites. *Scand J Dent Res*, **99**: 173-80.
- SOUZA MO, LEITUNE VC, RODRIGUES SB, SAMUEL SM, COLLARES FM (2017). One-year aging effects on microtensile bond strengths of composite and repairs with different surface treatments. *Braz Oral Res*, **31**: 4.
- SODERHOLM KJM, ZIGAN M, RAGAN M, FISCHLSCHWEIGER W, BERGHMAN M (1984). Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res*, **63**: 1248-59.
- SPYROU M, KOLINIOTOU-KOUMPIA E, KOUROS P, KOULAOUZIDOU E, DIONYSOPOULOS P (2014). The reparability of contemporary composite resins. *European journal of dentistry*, **8**: 353-9.
- STAWARCZYK B, KRAWCZUK A, ILIE N (2015). Tensile bond strength of resin composite repair in vitro using different surface preparation conditionings to an aged CAD/CAM resin nanoceramic. *Clin Oral Investig*, **19**: 299-308.
- STAXRUD F, DAHL JE (2011). Role of bonding agents in the repair of composite resin restorations. *European journal of oral sciences*, **119**: 316-22.
- STURDEVANT CM, ROBERSON TM, HEYMANN EO, STURDEVANT JR (1995). The Art and Science of Operative Dentistry. St.Louis: Mosby-Year Book, Inc.
- SUMMITT JB, ROBBINS JW, HILTON TJ, SCHWARTZ RS (2006). Fundamentals of operative dentistry. A contemporary approach, ed 3, Illinois, Quintessence Publishing Co. Inc.
- SUNNEGÅRDH-GRONBERG K, VAN DIJKEN JW, FUNEGÅRD U, LINDBERG A, NILSSON M (2009). Selection of dental materials and longevity of replaced restorations in Public Dental Health clinics in northern Sweden. *Journal of Dentistry*, **37**: 673-8.

- SUZUKI S, ORI T, SAIMI Y (2005). Effects of filler composition on flexibility of microfilled resin composite. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, **74**: 547-52.
- SWIFT EJ JR, LEVALLEY BD, BOYER DB (1992). Evaluation of new methods for composite repair. *Dent Mater*, **8**: 362-5.
- SWIFT EJ (2005). Ask the experts: Nanocomposites. *J Esthet Restor Dent*, **17**: 3-4.
- TAGTEKIN DA, YANIKOGLU FC, BOZKURT FO, KOLOGLU B, SUR H (2004). Selected characteristics of anOrmocer and a conventional hybrid resin composite. *Dental Materials*, **20**: 487-97.
- TAKEMORI T, CHIGIRA H, ITOH K, HISAMITSU H, WAKUMOTO S (1993). Factors affecting tensile bond strength of composite to dentin. *Dental Materials*, **9**: 136-8.
- TANEJA S, KUMAR P, KUMAR A (2016). Comparative evaluation of the microtensile bond strength of bulk fill and low shrinkage composite for different depths of Class II cavities with the cervical margin in cementum: An in vitro study. *J Conserv Dent*, **19**: 532-5.
- TEKÇE N (2013). İn Vitro Bağlanma Dayanım Testleri ile Klinik Çalışmalar Arasındaki İlişki. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, **34**: 57-65.
- THALACKER C (2004). Marginal integrity of class V silorane and methacrylate composite restorations. *J Dent Res*.
- TREVINO DF, DUKE ES, ROBBINS JW, SUMMIT JB (1996). Clinical evaluation of Scotchbond multi-purpose adhesive system. *J Dent Res*, **75**: 397.
- TURNER CW, MEIERS JC (1993). Repair of an aged, contaminated indirect composite resin with a direct, visible light-cured composite resin. *Oper Dent*, **18**: 187-94.
- TURSSI CP, FERRACANE JL, SERRA MC (2005). Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures. *Dent Mater*, **21**: 641-8.
- TYAS MJ (1991). Cariostatic effect of glass ionomer cement: a five-year clinical study. *Australian Dental Journal*, **36**: 236-9.
- URE D, HARRIS J (2003). Nanotechnology in dentistry: reduction to practice. *Dent Update*, **30**: 10-15.
- ÜLKER M (2006). Yapay yaşlandırma işlemlerinin self-etch adezivlerin dentine bağlanma dayanımlarına ve bağlanma ara yüzeylerine etkisinin incelenmesi (Mikrogerilim, SEM ve TEM çalışması). S.Ü. Doktora Tezi, Konya, s:93.
- ÜSTÜN Ö, BÜYÜKHATİPOĞLU IK, SEÇİLMİŞ A (2016). Shear Bond Strength of Repair Systems to New CAD/CAM Restorative Materials. *J Prosthodont*, **27**: 748-54.

- VAN DIJKEN JW, PALLESEN U (2015). Eight-year randomized clinical evaluation of Class II nanohybrid resin composite restorations bonded with a one-step self-etch or a two-step etch-and-rinse adhesive. *Clin Oral Investig*, **19**: 1371-9.
- VAN DIJKEN JW, SUNNEGARDH-GRONBERG K, LINDBERG A (2007). Clinical long-term retention of etch-and-rinse and self-etch adhesive systems in non-carious cervical lesions. A 13 years evaluation. *Dent Mater*, **23**: 1101–17.
- VAN ENDE A, DE MUNCK J, LISE DP, VAN MEERBEEK B (2017). Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *J Adhes Dent*, **17**: 95-109.
- VAN LANDUYT KL, PEUMANS M, MUNCK J DE (2006). Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. *Dent Mater*, **22**: 533–44.
- VAN MEERBEEK B, LANDUYT KV, MUNCK JD, HASHIMOTO M, PEUMANS M, LAMBRECHTS P, YOSHIDA Y, INOUE S, SUZUKI K (2005). Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dental materials journal*, **24**: 1-13.
- VAN MEERBEEK B, PEUMANS M, GLADYS, BRAEM M, LAMBRECHTS P, VANHERLE G (1996). Three-year clinical effectiveness of four total-etch dentinal adhesive systems in cervical lesions. *Quint Int*, **27**: 775–84.
- VAN MEERBEEK B, PEUMANS M, POITEVIN A, MINE A, VAN ENDE A, NEVES A, DE MUNCK J (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials*, **26**: e100-e21.
- VAN MEERBEEK B, PEUMANS M, VERSCHUEREN M, GLADYS S, BRAEM M, LAMBRECHTS P, VANHERLE G (1994). Clinical status of ten dentin adhesive systems. *J Dent Res*, **73**: 1690-702.
- VAN MEERBEEK B, YOSHIHARA K, YOSHIDA Y, MINE A, DE MUNCK J, VAN LANDUYT KL (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*, **27**: 17-28.
- WAKEFIELD CW, KOFFORD KR (2001). Advances in restorative materials. *Dental Clinics of North America*, **45**: 7-29.
- WEINMANN W, THALACKER C, GUGGENBERGER R (2005). Siloranes in dental composites. *Dental Materials*, **21**: 68-74.
- WILLEMS G, LAMBRECHTS P, BRAEM M, VANHERLE G (1993). Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int*, **24**: 641-58.
- YAP A, TAN D, GOH B, KUAH H, GOH M (2000). Effects of Food-Simulating Liquids on the Flexural Strength of Composite and Polyacid-Modified Composite Restoratives. *Operative dentistry*, **25**: 202-8.
- YESILYURT C, KUSGOZ A, BAYRAM M, ULKER M (2009). Initial repair bond strength of a nano-filled hybrid resin: Effect of surface treatments and bonding agents *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **21**: 251-60.

- YOSHIDA Y, YOSHIHARA K, NAGAOKA N, HAYAKAWA S, TORII Y, OGAWA T, OSAKA A, VAN MEERBEEK B (2012). Self-assembled nano-layering at the adhesive interface. *Journal of Dental Research*, **91**: 376-81.
- YOSHIHARA K, YOSHIDA Y, NAGAOKA N, HAYAKAWA S, OKIHARA T, DE MUNCK J, MARUO Y, NISHIGAWA G, MINAGI S, OSAKA A, VAN MEERBEEK B (2013). Adhesive interfacial interaction affected by different carbon-chain monomers. *Dental Materials*, **29**: 888-97.
- YU P, YAP A, WANG XY (2017). Degree of Conversion and Polymerization Shrinkage of Bulk-Fill Resin-Based Composites. *Oper Dent*, **42**: 82-9.
- YÜCEL T, ULUKAP H, DEMİRCİ M (2004). Ön bölge dişlerde direkt estetik restorasyonlar.
- ZARUBA M, WEGEHAUPT FJ, ATTIN T (2013). Comparison between different flow application techniques: SDR vs flowable composite. *J Adhes Dent*, **15**: 115-21.
- ZIMMERLI B, STRUB M, JEGER F, STADLER O, LUSSI A (2010). Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin*, **120**: 972-86.

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Olcay Eroğlu
Doğum Yeri ve Tarihi : Kırıkkale-02/09/1988
Uyruğu : T.C.
Medeni Durumu : Bekar
İletişim adresi : olcayeroglu@yahoo.com

II- Eğitimi

2017-2020 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Uzmanlık Eğitimi

2008-2013 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

2003-2007 Hacı Fatma Erdemir Anadolu Lisesi

Yabancı Dili: İngilizce

III- Ünvanları

2013 Diş Hekimi

2017 Araştırma Görevlisi

IV- Bilimsel İlgi Alanları

Posterler:

1. EROĞLU O., ÖZYURT P. Kompozit Resin ile Diastema Kapatılması: Vaka Raporu.
TDB 25. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi, 2019.

V- Bilimsel Etkinlikleri

Seminerler:

1. Bulk Fill Kompozit Resinler, 2019.