



YENİ NESİL SÜT DİŞİ RESTORASYON MATERYALLERİNİN MİNERAL TRİOKSİT AGREGATA BAĞLANMA DAYANIMINA FARKLI ADEZİV UYGULAMALARIN ETKİSİ

İrem BAĞ^{1*}, Alper ÇAMGÖZ¹, Barkın IŞILAR¹, Seçil ÇALIŞKAN¹

¹Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Dentistry, Department of Pedodontics, 26040, Eskişehir, Türkiye

Özet: Bu araştırmada; süt dişi restorasyonlarında kullanılan yeni nesil restoratif materyaller ile mineral trioksit agregatın (MTA) bağlanma dayanımına farklı adeziv uygulamaların etkisinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlandı. Üretici firmaların talimatları doğrultusunda hazırlanan MTA (ProRoot MTA), silindirik akrilik blokların üst yüzeyinde hazırlanan 4 mm çapında ve 2 mm derinliğinde standart boşluklara yerleştirildi. Hazırlanan 117 adet örnek, üzerine nemli pamuk peletler yerleştirilerek sertleşmeleri için 24 saat süresince %100 ve 37°C sıcaklıkta inkübasyona bırakıldı. Rastgele 3 gruba ayrılan örnekler (n=39) farklı adeziv materyaller (G-Premio Bond, Clearfil SE Bond, Prime Bond NT) üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulandı. Restoratif materyal uygulamaları için örnekler her bir grupta 13 adet yer alacak şekilde tekrar alt gruplara ayrıldı. Restoratif materyaller (Dyract XP, Cention N, ACTIVA Kids) MTA üzerine 3,2 mm çapında ve 3 mm yüksekliğinde silindirik kalıplar yardımıyla firma önerileri doğrultusunda uygulandı. Tüm örnekler 24 saat %100 nem altında 37°C'lik etüvde bekletildikten sonra makaslama bağlanma dayanım değerleri üniversal test cihazı kullanılarak ölçüldü. Gerçekleşen kırılma tipi mikroskop altında değerlendirildi. Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde tek yönlü ve çift yönlü varyans analizi (One-way/Two-way ANOVA-PostHoc Tukey) ve ki kare testleri kullanıldı. Her bir restoratif materyalin adeziv gruplarına olan makaslama bağlanma dayanımı değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmezken, her bir adezivin restoratif materyal gruplarına olan makaslama bağlanma dayanımı değerleri ortalamaları değerlendirildiğinde, SE Bond örneklerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi (P=0.029). Tüm gruplar arasında en yüksek ortalama makaslama bağlanma dayanım değeri adeziv olarak SE Bond kullanılan Cention N örneklerinde gözlemlendi. Tüm gruplarda çoğunlukla koheziv kırılma tipi tespit edildi. Cention N ve ACTIVA Kids restoratif materyallerinin MTA'ya olan bağlanma dayanımları adeziv tipine göre değişmekle birlikte klinik kullanıma uygun referans değerler göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Activa kids, Cention N, Makaslama bağlanma dayanımı, Mineral trioksit agregat

The Effect of Different Adhesive Applications on the Bond Strength of New Generation Primary Tooth Restoration Materials to Mineral Trioxide Aggregate

Abstract: The aim of this study was to comparatively evaluate the effect of different adhesive applications on the bond strength of mineral trioxide aggregate (MTA) with new-generation restorative materials used in primary tooth restorations. MTA (ProRoot MTA), prepared according to the manufacturer's instructions, was placed in standard cavities of 4 mm diameter and 2 mm depth prepared on the upper surface of cylindrical acrylic blocks. The 117 prepared samples were placed on moist cotton pellets and incubated at 100% and 37°C for 24 hours to harden. The specimens were randomly divided into 3 groups (n=39) and different adhesive materials (G-Premio Bond, Clearfil SE Bond, Prime Bond NT) were applied according to the manufacturer's recommendations. For restorative material applications, the specimens were again divided into subgroups with 13 specimens in each group. Restorative materials (Dyract XP, Cention N, ACTIVA Kids) were applied on MTA using cylindrical molds with a diameter of 3.2 mm and a height of 3 mm according to the manufacturer's recommendations. All specimens were kept in an oven at 37°C under 100% humidity for 24 hours and then shear bond strength values were measured using a universal testing machine. The fracture type was evaluated under a microscope. One-way and Two-way analysis of variance (One-way/Two-way ANOVA-PostHoc Tukey) and chi-square tests were used for statistical evaluation of the data obtained. No statistically significant difference was observed between the groups when the shear bond strength of each restorative material to the adhesive groups was evaluated, while a statistically significant difference was found in SE Bond specimens when the mean shear bond strength values of each adhesive to the restorative material groups were evaluated (P=0.029). The highest mean shear bond strength value among all groups was observed in Cention N specimens with SE Bond as the adhesive. Mostly cohesive fracture type was detected in all groups. The bond strengths of Cention N and ACTIVA Kids restorative materials to MTA vary according to the type of adhesive, but show reference values suitable for clinical use.

Keywords: Activa kids, Cention N, Shear bond strength, Mineral trioxide aggregate

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Dentistry, Department of Pedodontics, 26040, Eskişehir, Türkiye

E mail: irem.bag@ogu.edu.tr (İ. BAĞ)

İrem BAĞ <https://orcid.org/0000-0001-8411-6470>

Alper ÇAMGÖZ <https://orcid.org/0009-0003-3846-4468>

Barkın IŞILAR <https://orcid.org/0009-0000-1513-9759>

Seçil ÇALIŞKAN <https://orcid.org/0000-0002-8099-584X>

Gönderi: 24 Ağustos 2023

Kabul: 27 Eylül 2023

Yayınlanma: 15 Ekim 2023

Received: August 24, 2023

Accepted: September 27, 2023

Published: October 15, 2023

Cite as: Bağ İ, Çamgöz A, Işilar B, Çalışkan S. 2023. The effect of different adhesive applications on the bond strength of new generation primary tooth restoration materials to mineral trioxide aggregate. BSJ Health Sci, 6(4): 690-696.



1. Giriş

Başarılı bir vital pulpa tedavisi (VPT), şiddetli inflamatuvar reaksiyonların elimine edildiği pulpal stabil bir hemodinamiyi ve hermetik koronal restorasyonu barındırılmalıdır (Zhang ve Yelick., 2010). VPT gerektiren derin dentin çürüklerine kalsiyum hidroksit yerine yaygın olarak tercih edilen MTA'yı klinik, histolojik ve sitolojik çalışmalarda elde edilen olumlu sonuçlar altın standart haline getirmiştir (Pedano ve ark., 2020). Her ne kadar MTA'ya ilişkin sonuçlar klinik kullanımı desteklese de MTA-restoratif materyal ara yüzeyinde bağlanma başarısızlıklarına bağlı hermetik tıkanmanın olmaması bakterilerin pulpaya nüfuz etmesine ve VPT prosedürünün olumsuz sonuçlanmasına sebep olacaktır (Ajami ve ark., 2013). Amerikan Endodonti Derneği önerileri doğrultusunda MTA üzerine sıklıkla 3-4 mm cam iyonomer siman (CİS) uygulaması yapılmaktadır (AAE, 2018). MTA üzerine uygulanan restorasyonların sızdırmaz olması ve kontraksiyon kuvvetlerine yeterince dayanabilmesi için belirli bir bağlanma kuvvetinin gerekliliği bildirilmiştir (Davidson ve ark., 1984; Teixeira ve Chain, 2010). Ancak literatür incelendiğinde süt dişi restorasyonlarında da sıklıkla kullanılan cam iyonomer içerikli restoratif materyallerin MTA'ya olan bağlantısına yönelik çalışmalarda elde edilen sonuçlar paralellik göstermemektedir (Tulumbacı ve ark., 2017; Biçer ve Bayrak., 2019). Bu noktada araştırmalar süt dişi restorasyonlarında kullanılacak farklı kimyasal içeriklere sahip yeni restoratif materyallerin üretimine odaklanmaya devam etmektedir (Jayaraj ve ark., 2018; Özmen., 2021). Bu materyallerden biri de, kompomer veya ormocer gibi bir kompozit reçine malzeme alt grubu olan alkasit restoratif materyali Cention-N (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)dir. Dual-cure özelliğine sahip, diş renginde bir restoratif malzeme olan Cention-N, restorasyon çevresindeki asidik iyonları nötralize eden, flor, kalsiyum ve hidroksit gibi iyonları salarak temas ettiği diş yüzeyinde demineralizasyonu önlemeye yardımcı olan çeşitli alkalin cam doldurucular içermektedir. Asidik koşullarda Cention-N'den salınan kalsiyum ve florür iyon seviyelerinin, geleneksel CİS ile karşılaştırıldığında daha yüksek düzeyde ve uzun süreli olduğu bildirilmiştir (Scientific Documentation., 2016). Son yıllarda piyasaya sürülmüş olan bir diğer materyal biyoaktif rezin esaslı, ACTIVA Kids (Pulpdent Corporation, Watertown, ABD), rezin malzemelerin optimal mekanik ve estetik özelliklerini CİS'lerin iyon salınım kapasitesi ile birleştirilerek süt dişlerinde kullanılmak üzere üretilmiştir (Amairah ve ark., 2019; Sauro ve ark., 2019). ACTIVA Kids'in, dentin kollajeni ile hidroksiapatit üretimi yoluyla güçlü iyonik bağlar oluşturarak doğal remineralizasyon sürecini geliştirdiği, mikrosızıntıyı azaltarak tekrarlayan çürük ve restorasyonun başarısızlığına karşı koruma sağladığı bildirilmiştir (Afutu ve ark., 2019).

MTA ile restoratif materyal bağlantısında kullanılan materyalin çeşidi dışında bağlanma kuvvetinde etkili

olan bir başka parametre de adeziv ajan uygulamasıdır (Atabek ve ark., 2012; Kayahan ve ark., 2009). Literatür incelendiğinde sınırlı sayıdaki araştırmada adeziv uygulamasının biyomateryal bağlanma kuvvetini arttırdığına yönelik sonuçlar elde edilmiş olsa da farklı özelliklerdeki adezivlerin Cention-N ve ACTIVA-Kids'in MTA'ya olan bağlantısına olan etkilerinin değerlendirildiği araştırmaya rastlanmamıştır. Bu araştırmada; 3 farklı adeziv sistem (asitle ve yıka adeziv, 2 aşamalı self-etch adeziv ve 1 aşamalı üniversal adeziv sistemler) uygulamasının Cention-N ve ACTIVA-Kids'in MTA'ya olan makaslama bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda H0 (yokluk) hipotezi "farklı adeziv sistem uygulamalarının restoratif materyallerin MTA'ya olan makaslama bağlanma dayanımı açısından fark yoktur" olarak kurulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirildi.

2.1. Çalışmada Kullanılan Dental Materyaller

Araştırmada ProRoot MTA (Dentsply Sirona, OK, ABD), üç farklı restoratif materyal (Dyract XP; Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya, Cention N ve ACTIVA Kids BioACTIVE) ve 3 farklı adeziv sistem (iki aşamalı self etch adeziv-Clearfil SE Bond; GC Corporation, Tokyo, Japonya, iki aşamalı asitle ve yıka adeziv-Prime Bond NT; Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya, üniversal adeziv-G-Premio Bond; GC Corporation, Tokyo, Japonya) kullanıldı. Çalışmada kullanılan materyaller ve özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

2.2. Örneklerin Hazırlanması

Bağlanma dayanımı testi için 4 milimetre (mm) çapında ve 2 mm derinlikte silindirik boşlukları bulunan 117 adet akrilik blok (0,25 etki büyüklüğü, %5 yanılma düzeyi ve %95 güç ile) hazırlandı (Duman ve ark., 2021).

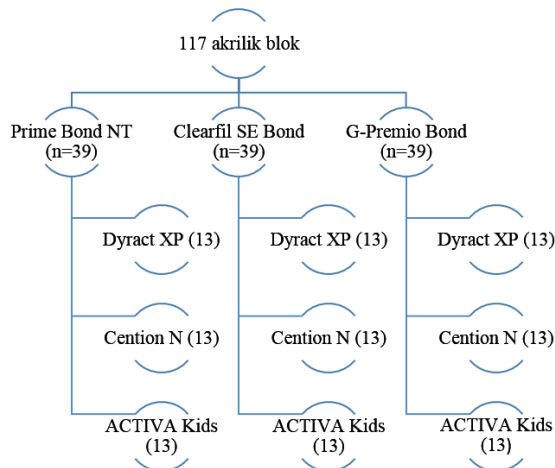
Üretici firmaların talimatları doğrultusunda ProRoot MTA ambalajı içerisinde yer alan toz ve mikro doz ampuldeki likit 1 dk karıştırma süresi sonrasında akrilik bloklardaki boşluklara yerleştirildi. Akrilik blok seviyesi ile aynı seviyede olacak şekilde MTA fazlası yüzeyden uzaklaştırıldıktan sonra üzerine nemli pamuk pelet konuldu ve geçici dolgu maddesi (Cavit, 3M ESPE, America Inc., Norristown, PA, ABD) ile kapatıldı. Ardından ProRoot MTA sertleşme süresinin tamamlanması için 24 saat %100 nem içeren 37°C'lik etüvde (Nüve ES 252, Nüve Sanayi Malzemeleri İmalat ve Ticaret A.Ş., Ankara, Türkiye) bekletildi. Etüvden çıkarılan örneklerin üzerindeki geçici dolgu maddesi ve pamuk peletler kaldırıldı. Ardından alüminyum oksit diskler (Soflex; 3M/ESPE, St. Paul, MN, ABD) ile standart bir MTA yüzeyi elde etmek için yüzey polisajları yapıldı.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan materyaller

Materyal	Tipi	İçeriği	Lot Numarası	Üretici Firma
ProRoot MTA	Kalsiyum silikat içerikli biyomateryal	Trikalsiyum silikat, Dikalsiyum silikat, Trikalsiyum alüminat, Kalsiyum sülfat dihidrat, Bizmut oksit	0000304442	Dentsply Sirona, Tulsa Dental, OK, ABD
G-Premio Bond	Üniversal adeziv	4MET, MDP, MDTP, BHT, dimetakrilat, fosforik asit, ester monomer, aseton, fotobaşlatıcı, silika, su	2011111	GC Corporation, Tokyo, Japonya
Prime Bond NT	İki aşamalı asitle ve yıka adeziv	PENTA (dipentaeritritol pentaakrilat monofosfat), UDMA, Rezin R5-62-1, T-resin, D-resin, aseton, bisfenol A, nanodoldurucular, setilamin hidroflorit, stabilizatör, inisiyatör Primer: 10-MDP, HEMA, Hidrofilik dimetakrilat, Foto-başlatıcı, Su	2209000670	Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya
Clearfil SE Bond	İki aşamalı self etch adeziv	Adeziv: 10-MDP, HEMA, Bis-GMA, Hidrofilik dimetakrilat, Di-kamforokinon, Silanated koloidal silika, Başlatıcı.	000359	GC Corporation, Tokyo, Japonya
Dyract XP	Kompomer	UDMA, TCB, TEGDMA, stronsiyum-alümino-sodyum-floro-fosfor-silikat cam	1502000426	Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya
Cention N	Alkazit	Toz: Kalsiyum florosilikat cam, Baryum-alüminyum silikat cam Likit: UDMA, DCP, PEG-400 DMA	34816	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
ACTIVA Kids	Biyoaktif restoratif materyal	Modifiye poliakrilik asit, diüretan, metakrilat, amorf silika, sodyum florid, su	210618	Pulpdent Corporation, Watertown, ABD

4-MET= 4-metakriloiloksietil trimellitat, MDP= 10-metakriloiloksidesil dihidrojen fosfat, MDTP= metakriloiloksidesil dihidrojen tiyofosfat, BHT= bütillenmiş hidroksitolüen, UDMA= üretan dimetakrilat, 10- MDP= 10-metakriloiloksidesil dihidrojen fosfat, HEMA= 2-hidroksietil metakrilat, Bis-GMA= 2,2-bis[4-(2-hidroksi-3-metakriloiloksipropoksi)], TCB= bütan tetrakarboksilik asit, TEGDMA= trietilenglikol dimetakrilat, DCP= trisiklodekan-dimetanol dimetakrilat PEG-400 DMA= polyethylene glycol-400 dimethacrylate

MTA üzerine uygulanacak restoratif materyalleri yerleştirmek için polietilenden hazırlanmış 3,2 mm çapında ve 3 mm yüksekliğinde şeffaf silindirik bir kalıp kullanıldı. Her adeziv materyal grubunda 39 adet örnek olacak şekilde rastgele 3 gruba ayrılan örnekler, daha sonra 3 farklı restoratif materyal için de rastgele 3 alt gruba (n=13) ayrıldı ve uygulama basamaklarına geçildi. Şekil 1’de deney grupları şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada yer alan deney gruplarına ait şema

Kullanılan adeziv sistemler ve sonrasında kullanılan restoratif materyallerin firma önerileri doğrultusunda yapılan uygulama prosedürleri aşağıda anlatılmıştır:

MTA uygulamasının ardından adeziv sistemler için;

- Prime Bond NT grubunda, adeziv uygulaması yapıp 20 sn boyunca yüzeye uygulandı. Hafif hava basıncı ile 5 sn kurutmanın ardından 10 saniye boyunca LED ışık (Woodpecker LED-F, Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Guangxi, Çin) uygulanarak polimerize edildi.

- Clearfil SE Bond adeziv sisteminde, 20 sn primer uygulamasının ardından 20 saniye beklendi. Hafif hava basıncı ile üniform bir tabaka oluşturuldu ve tüm yüzeye bond uygulandı. 10 sn LED ışık uygulandı.

- G Premio Bond grubunda, 10 saniye adeziv uygulandı. Maksimum hava basıncı ile 5 saniye kurutuldu ve ardından 20 sn LED ışık uygulanarak polimerize edildi.

Her adeziv sistem için restoratif materyal uygulamaları tekrarlanacak şekilde aşağıda belirtildiği gibi uygulandı;

- Üretici firmanın talimatlarına uygun şekilde uygulama

tabancası ile Dyract XP kompozit, materyal üzerine uygulanarak 20 sn boyunca LED ışık ile polimerize edildi.

- Üretici firmanın talimatlarına göre, 1 ölçü toz ve 1 damla likit plastik spatül ile karıştırma pedi üzerinde karıştırılarak (45-60 sn) hazırlanan Cention N materyali yüzeye uygulandıktan sonra 20 sn LED ışık ile polimerize edildi.
- Üretici firmanın talimatlarına uygun şekilde tabakalar halinde yüzeye uygulanan ACTIVA Kids, 20 sn LED ışık uygulanarak polimerize edildi.

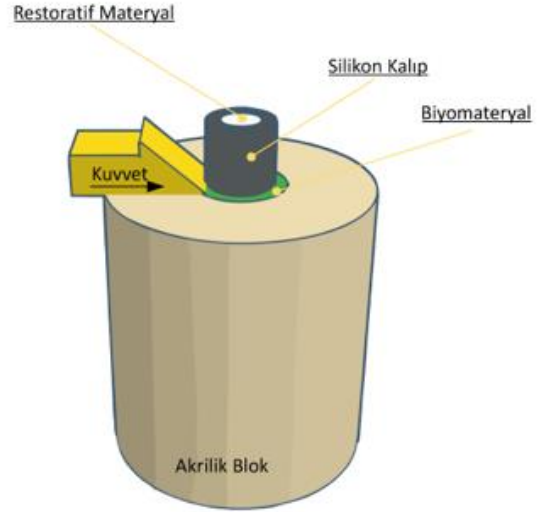
2.3. Makaslama Bağlanma Dayanımının Değerlendirilmesi

Hazırlanan tüm örnekler %100 nem altında 24 saat 37°C'lik etüv içerisinde bekletildikten sonra, makaslama bağlanma dayanım değerlerini ölçmek için universal test cihazına (MOD Dental MIC-101, Esetron Smart Robotechnologies, Ankara, Türkiye) sabitlendi. Ardından 1 mm/dakika hız olacak şekilde kopma meydana gelene kadar bağlanma alanının uzun eksenine paralel olacak şekilde kuvvet uygulanarak her bir örneğin kopma değeri Newton cinsinden ölçüldü. Örneklere uygulanan kuvvet, deney düzeneği üzerinde Şekil 2'de gösterilmiştir. Daha sonra her bir örnek için kopma değeri, kuvvetin yüzey alanına bölümü sonucu hesaplanarak MPa cinsinden kaydedildi.

2.4. İstatistik Analiz

Araştırmamızda elde edilen verilerin istatistiksel analizleri "Statistical Package for the Social Sciences" yazılımı (SPSS 21 for Windows, SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi. Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde tek

yönlü varyans analizi One-way-ANOVA (Post-Hoc Tukey) ve ki kare testleri kullanıldı. Analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $P < 0.05$ olarak kabul edildi.



Şekil 2. Restoratif materyalin bağlanma yüzeyine uygulanan kuvvet.

3. Bulgular

Tüm gruplar arasında en yüksek ortalama makaslama bağlanma dayanım değeri (MBDD) adeziv olarak SE Bond kullanılan Cention N grubunda, en düşük ortalama MBDD ise adeziv olarak Prime Bond NT kullanılan Dyract XP grubunda gözlemlendi. Araştırmada kullanılan restoratif materyallerin üç farklı adeziv sistem ile MTA'ya bağlanmasında elde edilen ortalama makaslama bağlanma dayanımı değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Restoratif materyallerin farklı adeziv sistemlerle MTA'ya ortalama bağlanma dayanımı değerleri

	Prime Bond NT	SE Bond	G-Premio Bond	P değeri
Dyract XP	20,184±10,024	26,946±10,332 ^b	22,735±9,215	P=0,225
Cention N	27,169±9,543	36,184±6,89 ^a	30,830±12,779	P=0,084
ACTIVA Kids	27,746±8,843	35,684±10,729 ^{a,b}	27,458±10,009	P=0,068
p değeri	P=0,091	P=0,029*	P=0,172	

*Farklı harfler SE Bond adeziv grubunun restoratif materyallere bağlanma dayanımı arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($P < 0.05$).

Tablo 3. Restoratif materyallerin ve adeziv sistemlerin MTA'ya ortalama bağlanma dayanımı iki yönlü analiz sonuçları

	Kareler toplamı (KT)	Karaler ortalaması (KO)	Kısmi Eta Kare
Restoratif Materyal	1507,674	753,837	,947
Adeziv Sistem	1320,321	660,161	,940
Restoratif Materyal* Adeziv Sistem	84,299	21,075	,008

Her bir restoratif materyalin adeziv gruplarına olan MBDD değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmedi ($P < 0,05$). Bütün restoratif materyal gruplarında adeziv olarak SE Bond kullanılan örneklerde en yüksek MBDD tespit edildi. Dyract XP ve Cention N gruplarındaki en düşük MBDD

ortalamları adeziv olarak Prime Bond NT kullanılan örneklerde, ACTIVA Kids grubunda ise adeziv olarak G-Premio Bond kullanılan örneklerde gözlemlendi. Her bir adeziv restoratif materyal gruplarına olan MBDD ortalamları değerlendirildiğinde, SE Bond örneklerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit

edildi. SE Bond örneklerinde en yüksek MBDD ortalaması görülen Cention N ve en düşük MBDD ortalaması tespit edilen Dyract XP grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi. SE Bond örneklerinde ACTIVA Kids grubunda gözlenen MBDD ortalaması ise Dyract XP ve Cention N grupları ile benzerdi. Prime Bond NT örneklerinde en yüksek MBDD değeri ortalaması ACTIVA Kids grubunda, G-Premio Bond örneklerinde ise Cention N grubunda tespit edildi. Tüm adeziv tiplerinde Dyract XP grubunda diğer restoratif materyallere göre en düşük MBDD ortalaması tespit edildi. Restoratif materyallerin ve adeziv sistemlerin MTA'ya ortalama bağlanma dayanımının iki yönlü analiz sonuçları Tablo 3'de gösterilmiştir.

Her bir restoratif materyalin adeziv gruplarına göre kırılma tipleri incelendiğinde, tüm restoratif materyal gruplarında en fazla koheziv başarısızlık gözlenirken fark istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmaktaydı ($P<0.05$). Her bir adezivin restoratif materyallere göre kırılma tipleri incelendiğinde koheziv başarısızlık tüm gruplarda en fazla Prime Bond NT örneklerinde gözlemlendi.

4. Tartışma

VPT başarısı için kalan pulpa dokusunu indükleyerek dentin oluşumunu teşvik eden ideal biyomateryalin kullanılması kadar restoratif materyal arayüzünde güçlü bağlanma kuvvetleri ile sağlanan hermetik restorasyonun yapılması da anahtar rol oynamaktadır (Ajami ve ark., 2013; Khan ve ark., 2014; Witherspoon, 2008). MTA, mineralize doku oluşumunu uyarması ve üstün biyouyumluluğu sebebiyle tercih edilen bir malzemedir. MTA'nın sert doku oluşumunu tetikleyen biyolojik özellikleri ve nemli ortama uygulanabilirliği, pulpa gibi hassas hayati dokularla temas halinde MTA'nın tercih edilmesinin en önemli nedenleridir. Ancak MTA'nın klinik öneme sahip başlıca dezavantajları; manipülasyon zorluğu ve sertleşme süresinin uzun olması, her şeyden önce MTA'nın yüksek oklüzal kuvvetlere dayanacak yeterli bükülme ve basınç dayanımını sağlayamaması olarak belirtilmektedir (Yanık ve ark., 2023). Literatürdeki kısıtlı sayıdaki çalışmada bahsedildiği gibi sızdırmaz bir restorasyonun sağlanması için biyomateryal-restoratif materyal arasındaki bağlanma kuvvetinde adeziv sistemlerin katkısı önemlidir. Bu kapsamda kullanılan materyallerin ve adeziv sistemlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri düşünüldüğünde bağlanma dayanımları farklılık gösterebileceğinden ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmesi gerekliliği birçok çalışmada vurgulanmıştır (Odabaş ve ark., 2013; Tyagi ve ark., 2016).

Süt dişlerinde kullanılmak üzere son yıllarda piyasaya sürülmüş olan Cention-N ve ACTIVA-Kids materyallerinin MTA'ya olan bağlanma dayanımına farklı adeziv sistemlerin etkisini değerlendiren çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bilgilerden yola çıkarak planlanan çalışmamızın bulguları ışığında, H0 hipotezi SE Bond grubu için reddedilerek, kullanılan adeziv sistemlere

göre restoratif materyal gruplarının MBDD ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi.

Restoratif materyallerin biyomateryallere yüksek bağlanma göstermesi mikrosızıntının azalması ile sonuçlanacak ve prognozu olumlu yönde etkileyecektir. Sızdırmaz restorasyonların oluşması ve kontraksiyon kuvvetlerine yeterince dayanabilmesi için 17-20 MPa arasında değişen bir bağlanma kuvvetine ihtiyaç duyulabileceği belirtilmiştir (Davidson ve ark., 1984; Teixeira ve Chain, 2010). Bu çalışmanın sonuçlarına göre tüm gruplarda tespit edilen MBDD ortalamaları 17-20 MPa üzerindedir.

Bağlanmada etkisi kaçınılmaz olan asitle ve yıka, self etch ve universal adeziv sistemlerin birbirine göre farklı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır (Alzraikat ve ark., 2016; Berkmen ve ark., 2019). Self etch adezivlerde farklı fonksiyonel monomerler kullanılabilir. 10-Metakrilooksidodesil Dihidrojen Fosfat (MDP) monomeri, kalsiyum ile kimyasal olarak bağlanmakta ve böylece mikromekanik bağlanmayı ve kimyasal adezyonu arttırmaktadır (Yoshida ve ark., 2004). MTA içeriğindeki kalsiyum ile iyonik bağ yapabilen 10-MDP fonksiyonel monomerini içeren self-etch adeziv SE Bond uygulaması yapılan örneklerde her bir restoratif materyal için elde edilen yüksek makaslama bağlanma dayanımı değer ortalamaları bu bilgiler ile uyumlu bulunmuştur. Ayrıca tek şişe adeziv sistemler, her ne kadar uygulama basamakları açısından kolaylık sağlarsa da uygulama basamaklarının azalması ile birlikte materyallerin adeziv performanslarında da bir düşüş olduğu bildirilmiştir. Nitekim bu çalışmada da iki basamaklı bir sistem olan SE Bond, adezivler arasında en iyi performansı göstermiştir (Van Meerbeek ve ark., 2003; De Munck ve ark., 2005).

Çalışmamızda kullanılan diğer bir self etch adeziv olan G-Premio Bond yapısında 10-MDP bulundurmasına rağmen; yüksek asidite özelliğinden dolayı (pH 1,5) bazı monomerlerin etkisini sürdürerek asitlemeyi devam ettirdiği bilinmektedir. Bundan dolayı, polimerizasyonun tam olarak tamamlanamadığı ve bağlanma dayanımını SE Bond kadar arttırmadığını düşünmekteyiz (Wagner ve ark., 2014; Elif ve ark., 2017).

Prime Bond NT'nin yapısında bulunan, UDMA ve PENTA gibi yüksek moleküler ağırlıklı monomerlerin adezivin difüzyon kabiliyetini azaltabileceği, bu nedenle de bağlanma dayanım değerini düşürebileceği bildirilmiştir (Duarte ve Silva., 2007). Bu bilgi ile uyumlu olarak çalışmamızda genel olarak en düşük makaslama bağlanma dayanımı değerleri istatistiksel olarak anlamlı olmasa da Prime Bond NT grubundaki örneklerde elde edilmiştir. Tulumbacı ve ark. (2017)'nin MTA üzerine Prime Bond NT adezivi ile Dyract XP uygulaması yaptıkları çalışmalarında elde edilen MBDD sonuçları (21 ± 6.75), bu çalışmada elde edilen benzer MBDD ortalaması ($20,184 \pm 10,024$) bulguları ile paralellik göstermektedir (Tulumbacı ve ark., 2017). Tunç ve ark. (2008) 48 saatlik sertleşme süresi sonrası MTA'ya Dyract XP bağlantısını farklı asitle-yıka ve tek aşamalı self etch adeziv ticari ürünler ile değerlendirmişlerdir.

Araştırmanın asitle-yıkta sistemlerin bağlantısını daha başarılı olarak tespit ettiği sonucu ile çelişen Dyract XP grubu bulgularımızın farklı ticari formların kullanılması ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Tunç ve ark., 2008).

Aderent yüzeyine olan adezyonda kullanılan adeziv çeşidine göre MBDD farklılık gösterdiği gibi kullanılan restoratif materyalin kimyasal özellikleri de moleküler çekime olumlu ya da olumsuz etki gösterebilmektedir. Araştırmamızın restoratif materyal grubunda yer alan Cention N'in kullanıldığı Navarro ve ark. (2019) ve Seker ve ark. (2019) çalışmaları incelendiğinde, materyal içeriğinde bulunan hidrofilik özellikteki polyethylene glycol-400 dimethacrylate (PEG-400 DMA)'ın bağlanma dayanımının yükselmesinde bir rolünün olduğunu belirtmişlerdir (Navarro ve ark., 2019; Seker ve ark., 2019). Bu çalışmada her bir adeziv grubunda restoratif materyal olarak Cention N kullanılan örneklerde elde edilen yüksek MBDD ortalamalarının içeriğindeki PEG-400 DMA'nın özelliklerine ilişkin literatür bilgisi ile uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Kullanılan bir diğer restoratif materyal olan ACTIVA Kids grubunda da Cention N grubuna benzer şekilde yüksek MBDD elde edilmiştir. Bu durumun da ACTIVA Kids içeriğindeki fosfat ve metakrilat monomerleri içeren iyonik rezin bileşeni ile kompozite benzer mikromekanik bağlanma özelliği gösterebilmesi ve suya bağımlı iyonizasyon özelliği sayesinde hidrojen iyonlarının fosfat gruplarından ayrılarak MTA'nın hidrasyonu sonrası oluşan kalsiyum ile yer değiştirmesine bağlı olarak bağlanmanın dayanımına katkı sağlaması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

MTA ile restoratif materyal arasındaki kırılma tipleri incelendiğinde, yapılan diğer çalışmalar ile uyumlu olarak tüm gruplarda daha çok koheziv başarısızlık gözlemlendi. Bu sonuçlar MTA ile çalışmada kullanılan restoratif materyaller arasında yeterince güçlü bir bağlanma olduğunu destekler niteliğindedir (Aksoy ve Ünal, 2017; Palma ve ark., 2021; Yavuz., 2022).

İn -vitro araştırmalar, klinik davranışı tahmin etmek için tüm yönleri simüle edemez. Klinik şartlarda bağlanma dayanımı, farklı çiğneme yükleri ve kontaminasyon varlığı gibi farklı faktörlerden etkilenmektedir. Bu nedenle daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Ek olarak, MTA'nın sertleşme reaksiyonu sonrası farklı inkübasyon zamanlarının bağlanma dayanımına etkilerinin değerlendirildiği ileri çalışmalar gereklidir.

5. Sonuçlar

Araştırmanın limitasyonları dahilinde elde edilen sonuçlar; süt dişlerinde kullanılmak üzere yeni piyasaya sürülen Cention N ve ACTIVA Kids restoratif materyallerinin MTA'ya olan bağlanma dayanımlarının adeziv tipine göre değişkenlik gösterdiği ancak klinik kullanıma uygun olduğunu ve SE Bond uygulamasını destekler niteliktedir.

Katkı Oranı Beyanı

Yazar(lar)ın katkı yüzdesi aşağıda verilmiştir. Tüm yazarlar makaleyi incelemiş ve onaylamıştır.

	İ.B.	A.Ç.	B.I.	S.Ç.	İ.B.
K	30	10	10	20	30
T	50			25	25
Y	40			30	30
VTI		50	50		
VAY	20	20	20	20	20
KT	20	30	30	10	10
YZ	20	20	20	20	20
KI	20	20	20	20	20
GR	20	20	20	20	20

K= kavram, T= tasarım, Y= yönetim, VTI= veri toplama ve/veya işleme, VAY= veri analizi ve/veya yorumlama, KT= kaynak tarama, YZ= Yazım, KI= kritik inceleme, GR= gönderim ve revizyon.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Etik Onay/Hasta Onamı

Hayvanlar ve insanlar üzerinde herhangi bir çalışma yapılmadığından dolayı bu araştırma için etik kurul onayı alınmamıştır.

Kaynaklar

- AAE 2018. Clinical Considerations for a Regenerative Procedure. URL: https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2018/06/ConsiderationsForRegEndo_AsOfApril2018.pdf (Erişim tarihi: 21 Ağustos 2023).
- Afutu R, Daddona J, Dunn K, Finkelman M, Tran A, Kugel G. 2019. Shear bond strength of several dental cements. J Dent Sci, 4(000234): 1-5.
- Ajami AA, Jafari Navimipour E, Savadi Oskoe S, Abed Kahnamoui M, Lotfi M, Daneshpooy M. 2013. Comparison of shear bond strength of resin-modified glass ionomer and composite resin to three pulp capping agents. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects, 7(3): 164-168.
- Aksoy S, Ünal M. 2017. Shear bond strength of universal adhesive systems to a bioactive dentin substitute (Biodentine®) at different time intervals. Stomatological Dis Sci, 1: 116-122.
- Alzraikat H, Taha NA, Qasrawi D, Burrow MF. 2016. Shear bond strength of a novel light cured calcium silicate based-cement to resin composite using different adhesive systems. Dent Mater J, 35(6): 881-887.
- Amairah A, Al-Jundi S, Alshraideh H. 2019. In vitro evaluation of microleakage in primary teeth restored with three adhesive materials: ACTIVA™, composite resin, and resin-modified glass ionomer. Eur Arch Paediatr Dent, 20: 359-367.
- Atabek D, Sillelioğlu H, Olmez A. 2012. Bond strength of adhesive systems to mineral trioxide aggregate with different time intervals. J Endod, 38(9): 1288-1292.
- Berkmen B, Yamanel K, Arhun N. 2019. Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması. Ankara Üni Diş Hek Fak Derg, 46(2): 115-126.
- Biçer H, Bayrak Ş. 2019. Vital pulpa tedavisinde kullanılan kalsiyum silikat içerikli biyomateryallerin restoratif materyallere bağlanma dayanımının değerlendirilmesi. Selcuk

- Dent J, 6(3): 271-279.
- Davidson C, De Gee A, Feilzer A. 1984. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res*, 63(12): 1396-1399.
- De Munck JD, 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(2): 118-132.
- Duarte, PBPG, Silva EM. 2007. Nanoleakage phenomenon on deproteinized human dentin. *J Appl Oral Sci*, 15, 285-291.
- Duman S, Çalışkan A, Çalışkan S. 2021. Comparison of Medcem MTA, Medcem Pure Portland Cement and NeoMTA to Pediatric Restorative Materials to Shear Bond Strength. *NEU Dent J*, 3(3): 115-121.
- Elif Y, Yıldızeli D, Sayiner Z, Erdem A. 2017. İki farklı teknikle uygulanan üniversal bağlayıcı ajanların dentine olan makaslama bağlanma dayanımlarının incelenmesi. *Acta Odontol Turc*, 34(3): 91-97.
- Jayaraj D, Simon EP, Kumar MR, Ravi S. 2018. Cention N: A review. *Dental Bites*, 5(4): 14-21.
- Kayahan M, Nekoofar MH, Kazandağ M, Canpolat C, Malkondu O, Kaptan F, Dummer PMH. 2009. Effect of acid-etching procedure on selected physical properties of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*, 42(11): 1004-1014.
- Khan S, Fareed MA, Kaleem M, Ud Din S, Iqbal K. 2014. An Updated Riewiew Of Mineral Trioxide Aggregate Part-1: Compositional Analysis, Setting Reaction And Physical Properties. *J Pak Dent Assoc*, 23(4).
- Navarro L, Minari RJ, Vaillard SE. 2019. Photo-curable poly-(ethylene glycol)-fumarate elastomers with controlled structural composition and their evaluation as eluting systems. *RSC advances*, 9(1): 482-490.
- Odabaş ME, Bani M, Tirali RE. 2013. Shear bond strengths of different adhesive systems to biodentine. *Scientific World J*, 2013: 626103.
- Özmen B. 2021. Yeni bir restoratif materyal" Cention N". *NEU Dent J*, 3(2): 84-90.
- Palma PJ, Marques JA, Antunes M, Falacho RI, Sequeira D, Roseiro L, Santos JM, Ramos JC. 2021. Effect of restorative timing on shear bond strength of composite resin/calcium silicate-based cements adhesive interfaces. *Clin Oral Investig*, 25: 3131-3139.
- Pedano MS, Li X, Yoshihara K, Landuyt KV, Van Meerbeek B. 2020. Cytotoxicity and bioactivity of dental pulp-capping agents towards human tooth-pulp cells: a systematic review of in-vitro studies and meta-analysis of randomized and controlled clinical trials. *Materials*, 13(12): 2670.
- Sauro S, Makeeva I, Faus-Matoses V, Foschi F, Giovarruscio M, Maciel Pires P, Martins Moura ME, Almeida Neves A, Faus-Llácer V. 2019. Effects of ions-releasing restorative materials on the dentine bonding longevity of modern universal adhesives after load-cycle and prolonged artificial saliva aging. *Materials*, 12(5): 722.
- Scientific Documentation. 2016. Cention N: Ivoclar Vivadent AG. Research and development scientific service. URL: https://www.ivoclar.com/tr_tr/products/composites/centration-n (Erişim tarihi: 21 Ağustos 2023).
- Seker A, Arslan B, Chen S. 2019. Recovery of polyphenols from grape pomace using polyethylene glycol (peg)-grafted silica particles and peg-assisted cosolvent elution. *Molecules*, 24(12): 2199.
- Teixeira CS, Chain MC. 2010. Evaluation of shear bond strength between self-etching adhesive systems and dentin and analysis of the resin-dentin interface. *Gen Dent*, 58(2): e52-61.
- Tulumbacı F, Almaz ME, Arikan V, Mutluay MS. 2017. Shear bond strength of different restorative materials to mineral trioxide aggregate and Biodentine. *J Conserv Dent*, 20(5): 292-296.
- Tunç EŞ, Bayrak Ş, Eğilmez T. 2008. The evaluation of bond strength of a composite and a compomer to white mineral trioxide aggregate with two different bonding systems. *J Endod*, 34(5): 603-605.
- Tyagi N, Chaman C, Tyagi SP, Singh UP, Sharma A. 2016. The shear bond strength of MTA with three different types of adhesive systems: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 19(2): 130-133.
- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. 2003. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*, 28(3): 215-235.
- Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. 2014. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*, 42(7): 800-807.
- Witherspoon DE. 2008. Vital pulp therapy with new materials: new directions and treatment perspectives--permanent teeth. *J Endod*, 34(7 Suppl): S25-28.
- Yanık D, Er K, Kuştarci A. 2023. Shear bond strength of resin-modified glass ionomer cement bound to mineral trioxide aggregate after various disinfection protocols. *Aust Endod J*, 49(1): 159-164.
- Yavuz Y. 2022. Biomateriyallerin Üniversal Adeziv sistemlere Bağlanma Dayanımının Karşılaştırılması: İn Vitro Çalışma. *Selcuk Dent J*, 9(2): 513-519.
- Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J. 2004. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*, 83(6): 454-458.
- Zhang W, Yelick PC. 2010. Vital pulp therapy-current progress of dental pulp regeneration and revascularization. *Int J Dent*, 2010: 856087.