



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**



**FARKLI KAVİTE ŞARTLANDIRICILARIN KULLANIMINDAN
SONRA UYGULANAN CAM İYONOMER İÇERİKLİ
RESTORASYONLARIN İNTERNAL ADAPTASYONLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Sümeyye GÜRLER

**ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Akif DEMİREL**

**ANKARA
2024**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

FARKLI KAVİTE ŞARTLANDIRICILARIN KULLANIMINDAN
SONRA UYGULANAN CAM İYONOMER İÇERİKLİ
RESTORASYONLARIN İNTERNAL ADAPTASYONLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ

Sümeyye GÜRLER

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Akif DEMİREL

ANKARA
2024

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına,

Uzmanlık tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Farklı Kavite Şartlandırıcıların Kullanımından Sonra Uygulanan Cam İyonomer İçerikli Restorasyonların İnternal Adaptasyonlarının Değerlendirilmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Uzmanlık Öğrencisinin Adı Soyadı: Sümeyye Gürler

Tarih:

İmza:

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalında

Sümeyye GÜRLER tarafından hazırlanan

“Farklı Kavite Şartlandırıcıların Kullanımından Sonra Uygulanan Cam İyonomer İçerikli Restorasyonların İnternal Adaptasyonlarının Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından UZMANLIK TEZİ olarak OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile kabul/ret edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 28/06/2024

Prof. Dr. Şaziye SARI

Ankara Üniversitesi

Çocuk Diş Hekimliği A. D

Jüri Başkanı

Doç. Dr. Akif DEMİREL

Ankara Üniversitesi

Çocuk Diş Hekimliği A. D

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Tülin İLERİ

Hacettepe Üniversitesi

Çocuk Diş Hekimliği A. D

Üye

ÖZET

Farklı Kavite Şartlandırıcıların Kullanımından Sonra Uygulanan Cam İyonomer İçerikli Restorasyonların İnternal Adaptasyonlarının Değerlendirilmesi

Geleneksel cam iyonomer restoratifler ve bu materyallerin güçlendirilmiş formları olan cam hibrit restoratifler çocuk diş hekimliğinin en sık kullanılan materyalleri arasındadır. Bu tez çalışmasında süt dişlerinin farklı tip cam iyonomer restorasyonlarından önce kaviteye uygulanan farklı kavite şartlandırıcıların restoratif materyallerin internal adaptasyonlarına olan etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma in-vitro koşullar altında, randomize, kontrollü ve kör değerlendirme içeren bir araştırma dizaynı ile yürütülmüştür. Bununla birlikte, araştırma protokolü Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi ve CRIS (Checklist for Reporting In-vitro Studies) rehberi ile uyumluluk göstermektedir. Etik kurul onayının alınmasından sonra, çekilmiş 80 adet alt veya üst süt 2. molar diş 4 farklı kavite şartlandırıcı grubuna [**a:** %10 poliakrilik asit (n=20), **b:** %20 poliakrilik asit (kontrol grubu) (n=20), **c:** %17 EDTA (n=20) ve **d:** %35 fosforik asit (n=20)] randomize olarak atanmıştır. Sonrasında, her dişin kronunun bukkal yüzeyine Sınıf V kavite açılmış ve ilgili kavite şartlandırıcılar uygulanmıştır. Ardından, her kavite şartlandırıcı grubunun kendi içindeki 20 örnek, cam hibrit restoratif materyal ya da geleneksel cam iyonomer materyal ile restore edilecek şekilde, restoratif materyal alt gruplarına randomize ve eşit (n=10 ve n=10) olacak şekilde atanmıştır. Restoratif materyallerin uygulanmasının ardından, örnekler termal siklus cihazına maruz bırakılmıştır (5-55 °C, 5000 siklus). Bu aşamadan sonra, internal adaptasyon analizi Mikro BT kullanılarak yapılmıştır. Kavite ve restorasyon arayüzünde oluşan internal adaptasyon boşlukları yüzde (%) olarak hesaplanmış ve kaydedilmiştir. Verilerin analizinde Mann-Whitney U ve Kruskal-Wallis H testleri kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, hem cam hibrit esaslı restoratif materyal hem de geleneksel cam iyonomer restoratif uygulanan örneklerde, kavite yüzeyi ile restoratif materyal arayüzündeki boşluk bakımından kavite şartlandırıcılar arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmiştir (sırasıyla p=0.004 ve p=0,0001). Yapılan Post-Hoc analizlerin sonucunda her iki restoratif materyal için, en iyi internal adaptasyon başarısı sunan kavite şartlandırıcılar %35 fosforik asit ve %20 poliakrilik olarak tespit edilmiş olup, aralarında istatistiksel anlamlı farklılık görülmemiştir (p>0.05). Ayrıca, %17 EDTA dışındaki diğer kavite şartlandırıcıların uygulandığı örneklerde, cam hibrit restoratif materyaller geleneksel cam iyonomer materyallere göre anlamlı düzeyde daha fazla internal adaptasyon başarısı sunmuştur (p<0.05). Bu çalışmanın sunduğu sonuçlara göre, internal adaptasyon başarısı açısından kavite şartlandırıcı olarak %35 fosforik asit ve kontrol grubu olan %20 poliakrilik asit materyalleri, restoratif materyal olarak ise cam hibritler daha etkin sonuçlar göstermiştir. Ancak, bu çalışmanın sonuçlarının doğrulanması adına başarılı bulunan materyallerin kullanıldığı ileri randomize klinik çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Cam hibrit restoratif materyal, geleneksel cam iyonomer restoratif materyal, internal adaptasyon, mikro bilgisayarlı tomografi, süt dişi

SUMMARY

The Evaluation of Internal Adaptation of Glass Ionomer Restorations Applied After the Use of Different Cavity Conditioners

Conventional glass ionomer restoratives and glass hybrid restoratives, which are reinforced forms of these materials, are among the most commonly used materials in pediatric dentistry. In this thesis study, it is aimed to comparatively evaluate the effects of different cavity conditioners applied to the cavity before different types of glass ionomer restorations of primary teeth on the internal adaptation of restorative materials. This study was conducted under in-vitro conditions with a research design that included randomized, controlled and blinded evaluation. Additionally, the research protocol complies with the Declaration of Helsinki and the CRIS (Checklist for Reporting In-vitro Studies) guideline. After receiving ethics committee approval, 80 extracted lower or upper primary 2nd molar teeth were assigned to 4 different cavity conditioner groups [**a**: 10% polyacrylic acid (n=20), **b**: 20% polyacrylic acid (control group) (n=20), **c**: 17% EDTA (n=20) and **d**: 35% phosphoric acid (n=20)] were randomly assigned. Afterwards, a Class V cavity was prepared on the buccal surface of the crown of each tooth and the relevant cavity conditioners were applied. Then, 20 samples within each cavity conditioner group were randomly and equally assigned to restorative material subgroups (n=10 and n=10) to be restored with glass hybrid restorative material or conventional glass ionomer material. Following the application of restorative materials, the samples were exposed to a thermal cycler (5-55 °C, 5000 cycles). After this stage, internal adaptation analysis was performed using Micro CT device. Internal adaptation gaps occurring at the cavity and restoration interface were calculated and recorded as a percentage. Mann-Whitney U and Kruskal-Wallis H tests were used to analyze the data. The statistical significance level was taken as 0.05. According to the study results, a statistically significant difference was found between the cavity conditioners in terms of the gap between the cavity surface and the restorative material interface in the samples where both glass hybrid-based restorative material and traditional glass ionomer restorative were applied ($p = 0.004$ and $p = 0.0001$, respectively). As a result of Post-Hoc analyses, the cavity conditioners offering the best internal adaptation success for both restorative materials were determined to be 35% phosphoric acid and 20% polyacrylic, and no statistically significant difference was observed between them ($p > 0.05$). Additionally, in samples where other cavity conditioners other than 17% EDTA were applied, glass hybrid restorative materials offered significantly higher internal adaptation success than traditional glass ionomer materials ($p < 0.05$). According to the results of this study, 35% phosphoric acid and 20% polyacrylic acid as cavity conditioners, and glass hybrids as a restorative material, showed more effective results in terms of internal adaptation success. However, it is thought that further randomized clinical studies using successful materials are needed to confirm the results of this study.

Keywords: Conventional glass ionomer restorative material, glass hybrid restorative material, internal adaptation, micro computed tomography, primary tooth

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
Özet	iv
Summary	v
İçindekiler	vi
Önsöz	viii
Simgeler ve Kısaltmalar	xi
Şekiller	xiii
Çizelgeler	xiv

1. GİRİŞ	1
1.1. Çocuk Diş Hekimliğinde Restoratif Materyal Seçimi	2
1.2. Cam İyonomer Restoratifler	4
1.2.1. Cam İyonomer Restoratif Materyallerin Sınıflandırılması	6
1.2.2. Klinik Pratikte Sıklıkla Kullanılan Cam İyonomerler	7
1.2.2.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar	7
1.2.2.1.1. Geleneksel Cam İyonomerlerin Temel Özellikleri	10
1.2.2.1.1.1. Flor Salımı ve Antibakteriyel Özellik	10
1.2.2.1.1.2. Biyoaktivite ve Remineralizasyon	11
1.2.2.1.1.3. Mekanik Özellikler	12
1.2.2.1.1.4. Su Emilimi – Suda Çözünme	12
1.2.2.2. Resin Modifiye Cam İyonomer Simanlar	13
1.2.2.3. Poliasit Modifiye Kompozit Resinler (Kompomer)	15
1.2.2.4. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Materyaller	16
1.2.2.5. Cam Hibrit Restoratif Materyaller	17
1.2.3. Cam İyonomer Materyallerin Başarısını Değerlendirmek İçin Kullanılan Testler	19
1.2.3.1. Bağlanma Dayanıklılığı Testleri	19
1.2.3.2. Mikrosızıntı Testleri	21
1.2.3.3. Adezyon	22
1.2.3.3.1. Cam İyonomerlerde Adezyon	23
1.2.3.4. Marjinal ve İnternal Adaptasyon	24
1.3. Kavite Şartlandırıcılar	25
1.3.1. Kavite Şartlandırıcı Olarak Kullanılan Ajanlar	26
1.3.1.1. Poliakrilik Asit	26
1.3.1.2. EDTA	27
1.3.1.3. Fosforik Asit	28
1.3.1.4. Maleik Asit	29
1.3.1.5. Sitrik Asit	29
1.3.1.6. Klorheksidin Diglukonat	30
1.4. İnternal Adaptasyon Ölçüm ve Değerlendirme Yöntemleri	30
1.5. Amaç	31

2. GEREÇ VE YÖNTEM	33
2.1. Etik Kurul Onayı	33
2.2. İzlenen Kılavuz ve Yönergeler	33
2.3. Çalışma Dizaynı	33
2.4. Araştırmanın Fonlanması ve Giderlerin Karşlanması	34
2.5. Örneklem Büyüklüğü Analizi	34
2.6. Örneklerin Toplanması, Dahil Edilme Kriterleri ve Uygun Koşullarda Saklanması	34

2.7. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi	35
2.8. Kavitelerin Hazırlanması	35
2.9. Kavite Şartlandırıcıların Uygulanması	36
2.10. Restoratif Materyallerin Uygulanması	37
2.11. Mikro-BT Taraması	40
2.12. İnternal Adaptasyon Analizi ve Kör Değerlendirme	41
2.13. İstatistiksel Analizler	42
3. BULGULAR	44
4. TARTIŞMA	53
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	70
KAYNAKLAR	72
EKLER	93
Ek-1. Etik Kurul Kararı	93
Ek-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu (Çocuk)	96
Ek-3. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu (Veli/Bakım Veren)	97
ÖZGEÇMİŞ	98

ÖNSÖZ

Aldığım üç yıllık uzmanlık eğitimimde, sürecin en başından en sonuna kadar, hem klinik hem akademik bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, yardımlarını esirgemeyen ve insan üstü denebilecek seviyede özveri gösterip bu tezi yazmam konusunda beni destekleyen, kendininmiş gibi sahiplenene ve takıldığım, zorlandığım her yerde yardım elini uzatan, yol gösteren, endişeye kapıldığımda beni telkin eden, mesai içi ve dışı fark etmeksizin, izin günleri de dahil saat kaç olursa olsun, dara düşüp ne yapmam gerektiğini bilemediğim her durumda hiç tereddüt etmeden yardımını isteyebildiğim ve beni hiç geri çevirmeyen, titizliği ve disiplinini her zaman takdir ettiğim ve örnek almaya çalıştığım sevgili danışman hocam Doç. Dr. Akif DEMİREL'e,

Eğitim sürecim boyunca mesleki bilgi ve deneyimlerinden istifade etmeye çalıştığım ve bana bu süreçte canı gönülden destek veren, uzmanlık eğitimimi tamamladıktan sonra da yine kapılarını ne zaman çalsam aynı samimiyetle yardımcı olacaklarına inandığım Ankara Üniversitesi Çocuk Dış Hekimliği Fakültesi Anabilim Dalı'nın saygıdeğer üyelerinden; anne şefkatini hissettiren, akademik bilgi ve birikimine hayran olduğum ve özellikle sistemik hastalıklarla ilgili şüpheye düştüğüm tüm durumlarda her zaman klinik yaklaşımıyla ve tatmin edici, kanıta dayalı cevaplarıyla beni yönlendiren, yalnızca akademik değil, her türlü konuyu tartışıp sohbet edebildiğimiz ve sohbetinden çok keyif aldığım, iş ahlakı ve disiplini ile hayata dair bana çok şey katan sevgili hocam Prof. Dr. Nurhan ÖZALP'e; ne zaman bir travma hastasıyla karşılaşsam direkt gözlerimin aradığı ve tabiri caizse işini gücünü bırakıp bilgi ve birikimlerini aktaran, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, kliniğimize neşe saçan, kliniğimizin babası sevgili Prof. Dr. Levent ÖZER'e; akademik ve klinik bilgisi, deneyimi, yaptığı çalışmalar ve klinik ahlaki anlayışına imrendiğim, örnek aldığım ve onunla çalışabilme ve ondan bir şeyler öğrenebilme şansına sahip olduğum için büyük bir sevinç hissettiğim sevgili hocam Prof. Dr. Tuğba BEZGİN'e; bilime ve bilgiye aşık olduğunu düşündüğüm, bir araya geldiğimiz her yerde ve her zaman bilgi ve deneyimlerini büyük bir içtenlikle paylaşan, disiplini ve titizliği ile birçok şeyi öğrenmemi sağlayan, yaşam enerjisi hiç bitmeyen ve azalmamasını yürekten dilediğim sevgili hocam Prof. Dr. Şaziye SARI'ya; odasına ne zaman gitsem beni ilgiyle dinleyen, naif ve anaç mizacından cesaret alarak samimiyetle düşüncelerimi paylaşabildiğim saygıdeğer hocam Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ'e ve özellikle koruyucu dış hekimliği kapsamında olmak üzere akademik ve klinik olarak bana birçok şey katan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Zeynep ÖKTE'ye,

Uzmanlık eğitimime yeni başladığım ve tecrübesizliğimi sonuna kadar hissettiğim zamanlarda, ne zaman kapısını çalsam gülümseyen yüzüyle beni karşılayan, ilgiyle dinleyen ve yardımcı olabilmek için elinden geleni yapan, gerek klinik tecrübesi gerek akademik bilgisi ile bana bir kez bile kendimi çaresiz hissettirmemiş, bir diş hekimi akademisyen olarak baştan aşağı her şeyiyle hayran olduğum ve öykündüğüm, tatlı dili ve uzlaşmacı mizacı ile bir abla gibi hissettiren, kendisini tanıma fırsatım olduğu için çok şanslı olduğumu bildiğim pek sevgili hocam Doç. Dr. Burcu Nihan YÜKSEL'e,

Tez çalışmamdaki örneklerin mikro-BT ile taranması ve incelenmesindeki yardım ve destekleri, sabrı ve çalışmaya olan yapıcı katkılarından dolayı sevgili Dr. Öğr. Üyesi Arda BÜYÜKSUNGUR'a elde ettiğimiz verilerin istatistiksel analizini özveri ile yapan, tecrübelerinden yararlanmaktan mutluluk duyduğum saygıdeğer Ahmet GÜL hocama ve davetimizi kırmayıp tez jürime dahil olmayı kabul ettiği için sevgili Dr. Öğr. Üyesi Tülin İLERİ'ye,

Diş hekimliğini kazanmamdan Çocuk Diş Hekimliği uzmanlığı seçmeme ve uzmanlığımı bitirmeme kadar olan süreçte 10 yıldır hep bir arada olduğum, üniversite sınavına beraber hazırlandığım ve çözemediğimiz her soruda, anlamadığımız her konuda birbirimize danışıp öğrendiğimiz, öğrendikçe başarıya daha da yaklaştığımız ve aynı yeri kazanmak için gayret edip girdiğimiz sınav sonucu Hacettepe Diş Hekimliği'ni beraber kazandığımız ve beraber okuduğumuz, gerek preklinikte gerek stajlarda gerekse vize-finallerde hep bir arada olduğumuz ve lisansımızı başarı ile bitirebilmek için sırt sırta çalıştığımız, üniversite yıllarını eğlence dolu geçirmemi sağlayan, aynı derece ile mezun olduğumuz okuldan çıktıktan sonra yine uzmanlık sınavına 7/24 beraber hazırlanıp aynı puanı alarak aynı sıralama ile Çocuk Diş Hekimliği'ni kazandığımız, asistanlık sürecini beraber geçirdiğimiz ve üniversite yıllarımızda “Bir gün asistan olduğumuzda ne yapmalıyız? Bir asistan nasıl olmalı?” diye düşündüğümüz ve sonrasında beraber staj baktığımız, annemden babamdan dahi çok gördüğüm ve bundan büyük bir keyif aldığım, bir sürü anı biriktirdiğim, tüm kalbimle çok sevdiğim, her daim dostluğunu hissettiren, yüreğinin temizliğini ve iyi niyetini bildiğim, her düştüğümde destek olan ve olmaya devam edeceğini bildiğim, her zaman beni motive eden ve ömrümün her döneminde yanında olmaktan büyük bir keyif duyacağım annemin doğurmadığı öz kardeşim Dt. Tuğba CODAL ERŞAHİN'e,

Üniversite yıllarımda eğlenebildiğim, keyifli vakit geçirebildiğim, beraber bir sürü deneyim kazandığımız çok sevdiğim canım arkadaşlarım Dt. Niloofar Dadgar Ghareh Bagh

ve Saeed Khoshmoud'a ve geç tanışsak da tanıyınca çok sevdiğim, zekasıyla hayran bırakan kalbi güzel kendi güzel canım arkadaşım Dt. Mihriban KISMET'e,

Uzmanlık eğitimimde her zaman bilgi alışverişinde bulunabildiğim sevgili asistan arkadaşlarıma, özellikle tezim için gerekli dışleri bulmam konusundaki yardımlarını esirgemeyen ve her zaman sıcak davranan, samimiyetine inandığım ve çok sevdiğim arkadaşım, eş kıdemlim Dt. Derya DOYGUN'a ve diğer eş kıdemlerim Dt. Mustafa TEMEL ve Dt. Gökçe BOYALI'ya,

Bu süreçte işimi kolaylaştırmak için yardımlarını hiç esirgemeyen ve beraber çalışmaktan keyif aldığım Ankara niversitesi ocuk Dış Hekimliği Bölümü personeline,

Bugün olduğum kişi olmamda emeği, çabası, isteği ve inancı olan, her ne olursa olsun arkamda olan, canımdan çok sevdiğim ve öyle de sevildiğimi tüm kalbimle bana hissettiren, yüzümün azıcık asık olduğunu fark etseler çözümü için ellerinden gelen her ne varsa sonuna kadar önüme sereceklerini bildiğim, bu mesleği seçmeme destek olan, başarılarımı destekleyen ve hep daha iyiye gitmem için yreklendiren, etik ve ahlaki değerlere bağlı kalmam, mesleğimi elimden gelen en iyi haliyle yapmam gerektiği bilinciyle beni yetiştiren annem Melek GÜRLER ve babam Murat GÜRLER'e ve kardeşlerim E. Hazal GÜRLER, K. Deniz GÜRLER, Mehmet Ali Paşa GÜRLER'e, içine doğmaktan büyük bir gurur ve mutluluk hissettiğim canım aileme,

Saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
=	Eşittir
≠	Eşit Değildir
±	Eksiği veya Fazlası
°C	Santigrad Derece
>	Büyüktür
<	Küçüktür
α	Alfa
Al	Alüminyum
AlF ₄	Alüminyum Tetraflorür
Al ₂ O ₃	Alüminyum Oksit
AlPO ₄	Alüminyum Fosfat
ASPA	Alumino-Silikat Poli-Akrilat
ART	Atravmatik Restoratif Tedavi
β	Beta
Bis-GMA	Bisphenol A-Glycidyl Methacrylate
C faktör	Konfigürasyon Faktörü
CaF ₂	Kalsiyum Florür
Ca ⁺²	Kalsiyum
CRIS	Checklist for Reporting In-vitro Studies
CTAn	Bilgisayarlı Tomografi Analizi
CTvox	Computed Tomography Volume Rendering
EÇÇ	Erken Çocukluk Çağı Çürükleri
EDTA	Etilen Diamin Tetraasetik Asit
EQUIA	Easy, Quick, Unique, Intelligent and Aesthetic
HCl	Hidroklorik Asit
HEMA	Hidroksietil Metakrilat
HF	Hidrojen Florür
kV	Kilovolt
mA	Miliamper
maks	Maksimum
min	Minimum
Mikro-BT	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
mm	Milimetre
mm ³	Milimetre Küp
MPa	Megapaskal

μm	Mikrometre
Na	Sodyum
Na_3AlF_6	Sodyum Heksafloralüminat
Ort.	Ortalama
pH	Asitlik Birimi/ Power of Hydrogen
RMCİS	Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman
ROI	Region of Interest
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SiO_2	Silika/ Silisyum Dioksit
sn.	Sn.
Ss	Standart Sapma
TEGDMA	Triethylene Glycol Dimethacrylate
Vb.	Ve Benzeri
Vd.	Ve Diğerleri
VITA	Versorgung Innovative Technologie Arbeiten
VOI	Volume of Interest

ŞEKİLLER

Şekil 2.1.	Çalışmada kullanılan diş örnekleri	35
Şekil 2.2.	Çalışmada kullanılan dişlere açılan kavite örnekleri	36
Şekil 2.3.	Çalışmada kullanılan kavite şartlandırıcılar	37
Şekil 2.4.	Çalışmada kullanılan cam hibrit restoratif materyal, nano dolduruculu rezin kaplama materyali ve kapsül uygulama tabancası.....	38
Şekil 2.5.	Çalışmada kullanılan geleneksel cam iyonomer restoratif materyal	39
Şekil 2.6.	Restorasyon basamakları tamamlanmış diş örnekleri.....	39
Şekil 2.7.	Termal siklus cihazı.....	40
Şekil 2.8.	Mikro-BT cihazı	41
Şekil 2.9.	Mikro-BT sisteminde internal adaptasyon boşluğunun hesaplanmasına ait representatif görseller	42
Şekil 2.10.	Çalışmanın metodolojik sürecini özetleyen akış diyagramı	43
Şekil 3.1.	Kavite yüzeyi ile restoratif materyaller arasındaki boşluk (%) dağılımları.....	45
Şekil 3.2.	Kavite yüzeyi ile restoratif materyaller arasındaki boşluk (%) dağılımlarını her kavite şartlandırıcı materyal için gösteren kutu grafiği	46
Şekil 3.3.	Her kavite şartlandırıcı ve restoratif materyal için, kavite yüzeyi ile restoratif materyaller arasındaki boşlukların ortalamalarına ilişkin %95 güven aralığı grafiği.....	46
Şekil 3.4.	Farklı kavite şartlandırıcı kullanımlarından sonra cam hibrit restoratif materyal uygulanan örneklerde kavite-restoratif materyal arayüzünde oluşan boşlukları gösteren representatif görseller.....	47
Şekil 3.5.	Farklı kavite şartlandırıcı kullanımlarından sonra geleneksel cam iyonomer restoratif materyal uygulanan örneklerde kavite-restoratif materyal arayüzünde oluşan boşlukları gösteren representatif görseller	49

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1.	Cam hibrit esash restoratif materyal için, boşluk bakımından kavite şartlandırıcı materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar	45
Çizelge 3.2.	Geleneksel cam iyonomer restoratif materyal için, boşluk bakımından kavite şartlandırıcı materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar	48
Çizelge 3.3.	%10 poliakrilik asit kullanımında, oluşan boşluk bakımından restoratif materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar	50
Çizelge 3.4.	%20 poliakrilik asit kullanımında, oluşan boşluk bakımından restoratif materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar	50
Çizelge 3.5.	%17 EDTA kullanımında, oluşan boşluk bakımından restoratif materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar	51
Çizelge 3.6.	%35 fosforik asit kullanımında, oluşan boşluk bakımından restoratif materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar	52

1. GİRİŞ

Diş çürüğü diyetle alınan ve fermente edilebilen karbonhidratların metabolize edilmesi sonucunda oluşan asidik metabolitlerin diş sert dokularını yıkması ile karakterize gelişen bir hastalıktır (Marsh vd., 2009). Diş çürüğü toplumda yaygın olarak görülen ve biyolojik, fiziksel, sosyal, ekonomik ve psikolojik etkiler olarak tanımlanabilecek bir dizi sonuçları bulunan bir hastalıktır ve bakteri plağı olmaksızın gelişmemektedir (Kamay, 2015). Ancak, yalnızca mikrobiyal organizmaların varlığı ve dental plak diş sert dokularının yüzeylerinde defektif lezyon gelişimi için yeterli olmamaktadır (Harris vd., 2004; McDonald vd., 2011). Çürük oluşumunda ikincil faktörler ise yaş, beslenme, tükürük, cinsiyet, dişin morfolojisi ve ağız içi konumu, oral hijyen, diş fırçalama alışkanlıkları ve frekansı, bağışıklık sistemi ve etkileri, ebeveynlerin eğitim düzeyi olarak sayılabilir (Cate, 1999; Craig vd., 1981; Erten, 2003; Hicks vd., 2004). Bu bağlamda diş çürüğünün, pek çok faktörün bir araya gelmesi ile oluştuğunu vurgulamak gerekmektedir.

Ağız sağlığı genel tanımı itibarıyla bireylerin yemek yeme, nefes alma ve konuşma gibi temel fonksiyonlarını yerine getirmelerini sağlayan ağız, diş ve orofasiyal yapıların genel iyilik halidir ve kişinin kendini iyi hissetmesi, özgüveni, rahatsızlık veya utanç duymadan sosyalleşebilmesi gibi ikincil psikososyal etkileri de beraberinde getirmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) açıklamalarına göre, ağız ve diş sağlığı yaşamın erken dönemlerinden yaşlılığa kadar hayat boyu değişim göstermektedir ve bireylerin topluma katılmalarını ve böylece kendi potansiyellerine ulaşabilmelerini teşvik eder (WHO, 2023). Diş çürüğü dünyanın birçok ülkesinde önemli sağlık problemlerinin başında sayılmaktadır. DSÖ süt dişlenmedeki çürük oranını %60-90 olarak bildirmiştir (Rodrigues vd., 2019). Yine DSÖ'ye göre ağız hastalıkları dünya çapında en yaygın bulaşıcı olmayan hastalıklar arasında yer almakta ve tahmini olarak 3,5 milyar insanı etkilediği düşünülmektedir (WHO, 2023). Ülkemizde ise özellikle sürekli dişlerde çürük prevalansının %90 seviyelerine ilerlediği raporlanmıştır. DSÖ'nün açıkladığı 2030 hedefleri kapsamında, ağız hastalıkları prevalansının yaşam seyri boyunca küresel ölçekte göreceli olarak %10 azalması planlanmaktadır (WHO, 2023).

Ülkemizdeki ağız ve diş sağlığına verilen önem ve toplumsal bilinçlilik seviyesi düşünüldüğünde, diş çürüklerine bağlı madde ve fonksiyon kayıpları nedeniyle her yaş grubunda olmakla beraber çocuklarda da sıklıkla tedavi edici prosedürlere ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle biberon çürüğü olarak da isimlendirilen erken çocukluk çağı çürükleri (EÇÇ) önemli bir halk sağlığı sorundur (Arkin, 1986). EÇÇ, altı yaş altı bireylerin

süt dişlerinde bir veya birden daha fazla sayıda kavitesiz ya da kaviteli çürük lezyonu, kayıp diş (çürük nedeniyle) veya dolgulu diş yüzeyi/yüzeylerinin bulunması durumu olarak tanımlanmıştır (Arkin, 1986). EÇÇ'nin sonuçları arasında süt ve sürekli dişlenmede sıklıkla yeni çürük oluşumu, acil ziyaretleri ve hatta hastane yatışları, kayıp okul günleri, öğrenme yeteneğinde düşüş, uyku sorunları ve sinirlilik (psikolojik), gülümseme ve konuşmadan kaçınma (sosyal), yüksek tedavi maliyetleri olarak sayılmaktadır (Aldrigui vd., 2011; Aljarallah vd., 2018). Diş çürüğünün yanı sıra travmatik dental yaralanmalar da çocuklar üzerinde duygusal ve psikolojik strese, ağrıya, fonksiyon kaybına neden olabilmekte ve gelişmekte olan okluzyonu ve estetiği olumsuz etkileyerek ön bölgede maloklüzyona sebep olma, sosyal etkileşim alanında gülümsemekten, konuşmaktan kaçınma gibi pek çok olumsuz etkisi bulunmaktadır (Aldrigui vd., 2011). Tüm bu gerekçeler düşünüldüğünde oluşan çürüklü kavitasyonların ya da çürüksüz madde kayıplarının en optimal şekilde tedavi edilmesi gerekliliği ve uygun materyal arayışları uzun yıllardır çocuk diş hekimliğinin ve restoratif diş hekimliğinin gündemindedir. Bu kapsamda, diş hekimliği pratiğinde, süt ve daimi dişler için geçmişten günümüze birçok farklı restoratif materyal kullanılmış olup, bu konudaki araştırmalar her geçen gün artış göstermektedir (Rodrigues vd., 2019). Her materyalin kendine özgü özellikleri olması nedeniyle farklı materyal seçim kriterleri bulunmakla beraber süt ve daimi dişlerin de yapılarındaki farklılıklar ve çocuk hastada materyali uygulama kolaylığı gibi etkiler de göz önünde bulundurulduğunda oldukça değişiklik göstermektedir.

1.1. Çocuk Diş Hekimliğinde Restoratif Materyal Seçimi

Restoratif diş hekimliğinde materyal seçimi kritik bir öneme sahiptir (Wilson, 1978). Optimal bir restoratif malzemede aranan en temel nitelikler; mine ya da dentin gibi diş sert dokularına kabul edilebilir seviyede adezyon göstermesi, sızdırmazlığının ideal seviyede olması ve okluzal/çiğneme kuvvetlerine karşı dayanımının yüksek seviyede olmasıdır (Khoroushi vd., 2012; Mickenautsch vd., 2011; Rodrigues vd., 2019). Bununla beraber, estetik beklentilerin artmasına bağlı olarak, arka grup dişlerin restorasyonlarında bile diş rengi ile uyumlu restoratif materyallere yönelim artmaktadır (Burke ve Qualtrough, 1994; Rodrigues vd., 2019). Ayrıca, son yıllarda kabul gören minimal invaziv diş hekimliği yaklaşımının benimsenmesi ile klasik kavite preparasyonları terk edilerek daha koruyucu diş preparasyonları tercih edilmeye başlanmıştır. Bu nedenlerle, restoratif materyallerden beklenen farklı özellikler, birçok farklı ürünün diş hekimliğinde kullanım pratiği bulmasını sağlamıştır (Dallı vd., 2012).

Geçtiğimiz yüzyılda diş hekimliğinin temelini Greene Vardiman Black'in diş preparasyonu teknikleri oluşturmakta iken, zamanla koruyucu ve önleyici yaklaşımlar benimsenmiş ve adeziv materyallerdeki gelişmeler ile minimal invaziv diş hekimliği ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu yeni felsefede, mine ve dentin dokusunu gereksiz yere uzaklaştırmak yerine demineralize olmuş diş sert dokularının yeniden mineralizasyonunu destekleyerek dental dokuları mümkün mertebe korumak amaçlanır (Ericson vd., 2003). Ayrıca eskiden amalgam restorasyonlar sıklıkla tercih edilirken günümüzde hem estetik kaygılar hem de civa toksisitesi gibi dezavantajlar nedeniyle kullanımı oldukça azalmıştır. DSÖ'nün 2030 hedeflerince küresel çapta ülkelerin %90'ının Minamata Civa Sözleşmesi'nde öngörüldüğü şekilde dental amalgam kullanımını aşamalı olarak azaltmaya yönelik tedbirleri uygulamaya koymuş veya aşamalı olarak kaldırmış olması gerektiği belirtilmiştir (WHO, 2023).

Amalgam restorasyonların terk edilmesiyle ve “extention for prevention” prensibinin yerini minimal kavitelere bırakmasına paralel olarak diş dokularına bağlanabilirlik ve adezyon da çok popüler olmuştur (Lynch ve Wilson, 2013). Bağlanmanın iyi olduğu ve uygulama kolaylığı sağlayan çeşitli yeni materyaller dental piyasaya sunulmuştur.

Süt ve daimî dişlerde, diş sert dokularına istenen seviyede adezyon göstermesi nedeniyle en çok tercih edilen materyallerden biri kompozit rezinler olmuştur. Ancak, kullanımlarının teknik hassasiyet gerektirmesi, diğer restoratiflere göre pahalı bir materyal olması, zaman alan uygulama prosedürlerini içermesi ve son dönemlerde geliştirilen Bisphenol A-Glycidyl Methacrylate (Bis-GMA) ve Triethylene Glycol Dimethacrylate (TEGDMA) gibi monomerlerin tükürük nedeni ile degrade olması neticesinde gelişen toksik etkiler biyouyumluluğu daha yüksek düzeyde olan ve uygulanabilirliği kolay farklı materyallerin arayışını gerektirmiştir (Davidson, 2006; Engelmann vd., 2004; Rodrigues vd., 2019; Van Meerbeek vd., 2003). Bununla beraber, çocuk diş hekimliğinde, dişi restore edebilmenin yanı sıra, sağlamlığı bozulmamış kalan diş dokusunu biyolojik olarak mineral düzeyinde koruyabilmek de oldukça önemsenen bir durumdur. Bu nedenle, estetik olmasına ek olarak, kabul edilebilir mekanik ve fiziksel özelliklere sahip, remineralizasyonu destekleyen ve dişi çürüğe karşı moleküler düzeyde de dirençli kılan restoratif materyaller ön plana çıkmıştır. Belirtilen bu özellikleri sağlaması nedeniyle bu kategoriye dahil edilebilecek en önemli materyallerden biri de cam iyonomer restoratifler olup, çocuk diş hekimliğinde en az rezin içerikli restoratifler kadar kullanım alanı bulmuştur (Rodrigues vd., 2019; Sidhu, 2011).

Minimal invaziv diş hekimliği yaklaşımına göre; kavitasyon oluşmamış diş dokusunun korunması ve remineralizasyon prosedürlerinin sağlanması oldukça önemlidir (Dallı vd., 2012). Cam iyonomerler, belirtilen bu remineralizasyon sürecini flor salarak sağlamakta olup, mineralize dokulara kimyasal olarak bağlanabilmeleri ve rezinlere göre daha biyouyumlu olmaları nedeni ile de tercih edilen bir materyal konumundadır (Yip vd., 2001).

1.2. Cam İyonomer Restoratifler

Cam iyonomer restoratiflerin tarihçesini irdelemek gerekirse, sürecin başlarında çinko-polialkenat simanlar çalışılmıştır. Çinko oksit öjenol materyalindeki gelişmelerle beraber, likit içeriğinde öjenol yerine poliakrilik asit kullanıldığında elde edilen materyalin mine ve dentin gibi diş dokularına daha iyi bağlanabildiği ortaya konulmuştur (Smith, 1998). Buna karşın, bir süre sonra bu materyalin, ideal bir restoratif materyalden beklenen fiziksel özellikleri yerine getiremediği fark edilmiştir ve benzer dönemde, Wilson ve Kent (1972), silikat simanın tozuyla poliakrilik asit likitini kullanmış ve cam iyonomer restoratiflerin temelini atmıştır. Bu bağlamda, cam iyonomer simanların diş hekimliğinde kullanımı 1972 yılında, Wilson ve Kent tarafından gerçekleştirilmiştir. Bunu takiben, McLean ve Wilson (1974) tarafından Alumino-Silikat Poli-Akrilat-1 (ASPA) ismi ile piyasaya sürülen restoratif materyal ile sürecin devamı gelmiştir. ASPA'nın içeriğinde değişiklikler yapılarak sonrasında, ASPA 2, ASPA 3, ASPA 4 ve ASPA 5 olarak dental piyasaya sürülmüştür (Crisp vd., 1977; Prosser vd., 1982). Materyalin fizikokimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla süreç içerisinde yapılan değişiklikler neticesinde günümüzde kullanılan halini almıştır (Milward vd., 2011). Süreç içinde, ilk üretilen cam iyonomer simanların yavaş sertleşme, hassasiyet gerektiren uygulama tekniği içermesi ve opak bir görünüme sahip olması gibi dezavantajları bulunurken (Nicholson, 1998), zaman içinde gelişen teknikler ve ilerleme gösteren teknolojik imkanlarla birlikte günümüzde bu tip dezavantajların çoğu elimine edilmiştir (Millar, 2002).

Klinik kullanıma sunulan ilk cam iyonomer simanların kimyasal içerikleri genel olarak incelendiğinde ise, tozun yapısında alumina silikat cam, likidinde ise çoğunlukla poliakrilik asiti, tartarik asiti ve itakonik asiti içeren kopolimerler ihtiva ettiği görülmektedir (Prosser vd., 1982). Cam iyonomer simanların sertleşme reaksiyonlarının büyük bir kısmı ya da tamamına yakını asit-baz reaksiyonu ile gerçekleşmektedir (Wilson ve Kent, 1972).

Cam iyonomer simanın karıştırılmasının ardından gerçekleşen asit baz etkileşimi ve bu etkileşim ile meydana gelen sertleşme nedeniyle bağlayıcı bir matriks görevi gören hidrojel

tuzu oluşmaktadır. İyonize moleküler yapı, yüzey yapıda bulunan ve ulaşılabilir nitelikte olan kation moleküller için yarışmaya girmektedirler (Lin vd. 1992). Asit moleküllerin iyonize olmuş karboksil uçlarına kalsiyum iyonları şelasyon süreci ile bağlanma gösterir. İyonlar arası çapraz bağ oluşturmuş olan ağın hidrolitik stabilitesi sertleşme tamamlandıktan sonra oluşmaktadır. Sertleşme süreci sonuçlandıktan sonra da kalan hidrojel, cam iyonomer siman içeriğinde ve simanın çevresi ile iyon düzeyinde etkileşimlerin devamını sağlamaktadır (McLean, 1992). Kalsiyum ve alüminyum iyonları arasındaki yer değişimi yaklaşık 24-72 saat sürer ve sonucunda güçlü çapraz bağlar oluşur. Böylelikle restoratif materyal dayanımı çok daha yüksek bir hal alır. İçsel çapraz bağlanma reaksiyonu, serbest radikallerin polimerizasyonunun bitimini takiben oluşur. Sonuç olarak materyalin kendi içindeki moleküller ve yan gruplar arasında ekstra bir adezyon olur ve böylece kationlar karboksil gruplarına yaklaşmadığından çapraz bağlantı yapımları engellenmiş olur (Lin vd., 1992; McLean, 1992).

Cam iyonomer simanların diş dokularına bağlanabilirliği de önemli özelliklerindendir. İyi bir adezyonun gerçekleşebilmesi için olmazsa olmazlar; temiz hafif nemli bir diş yüzeyi, bu yüzeyin adeziv materyal ile ıslanabilmesi ve adeziv materyalin mayi biçimden katı biçime geçebilmesi gerekmektedir (Lin vd., 1992). Cam iyonomerin diş sert dokularına adezyonu iki kademe olur. İlk olarak mikromekanik bağlanma gözlenir ve bu bağlanma alkenoik asidin mineyi ya da dentini pürüzlendirmesi ile meydana gelen yüzeysel mineral kaybı ve ardından hidroksiapatit ile çevrili kollajenlerin yüzeysel hibridizasyonu sayesinde oluşur. İkinci kısımda ise kimyasal bir reaksiyonla, polialkenoik asidin karboksil uçları ve kollajen fibriller etrafında kalan hidroksiapatit yapının kalsiyum molekülü arasında iyonik bağların meydana gelmesi ile gerçekleşmektedir (Lin vd., 1992). Bununla birlikte, adezyonun artırılması için %15-40 düzeyinde poliakrilat materyaller ile yüzey hazırlığı yapılmasının faydalı olacağına dair görüşler bulunmaktadır (Van de Voorde vd., 1988).

Cam iyonomer restoratiflerin tarihsel gelişimlerine ait bu kısa girişin ardından, klinikteki kullanım alanlarının sunulması faydalı olacaktır. Cam iyonomerler, diş hekimliği klinik pratiğinde en çok restoratif amaçlı kullanılmakta olup, koruyucu amaçla (fissür örtücüler) ya da simantasyon prosedürlerinde de tercih edilebilmektedir. Bununla beraber, özellikleri geliştirilmiş cam iyonomerler daha çok saha koşullarında tercih edilen Atravmatik Restoratif Tedavi (ART) uygulamalarında kullanım alanı bulmuştur. Cam iyonomerlerin gerek klinikteki kullanım amaçları gerek sertleşme reaksiyonları gerekse de kronolojik sürece

göre ortaya çıkma özellikleri kriter alınarak birçok farklı sınıflandırma yapılmıştır (Nagaraja Upadhya ve Kishore, 2005).

1.2.1. Cam İyonomer Restoratif Materyallerin Sınıflandırılması

Klinikteki kullanım alanlarına göre;

- Tip I: Yapıştırma simanı,
- Tip II: Restoratif amaçlı/ Estetik restoratif siman/ Güçlendirilmiş restoratif simanlar,
- Tip III: Kavite ve taban maddesi/ Fissür örtücü/ Hızlı sertleşen kaide materyali (Nagaraja Upadhya ve Kishore, 2005).

Sertleşme reaksiyonlarına göre;

- Geleneksel cam iyonomerler,
- Rezin modifiye cam iyonomerler (RMCİS),
- Poliasitle modifiye kompozit rezinler (kompomer) (Nagaraja Upadhya ve Kishore, 2005).

Kronolojik üretim süreçlerine göre;

- Birinci kuşak cam iyonomerler (ASPA I ve ASPA II),
- İkinci kuşak cam iyonomerler (Chemfil, Ketac-Cem),
- Güçlendirilmiş simanlar (Sermet iyonomer, Ketac-molar, Fuji IX),
- RMCİS'ler [Glass Liner (WP); İonoseal (Voco); Fuji Plus (FP, GC)],
- Yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomerler (Fuji IX GP Extra),
- Kolay karıştırılabilir cam iyonomerler (Ketac-Cem Easy),
- Aminoasit modifiye cam iyonomerler (Nagaraja Upadhya ve Kishore, 2005).

Her ne kadar cam iyonomer restoratifler için farklı sınıflandırma grupları altında değerlendirilen pek çok farklı alternatif bulunsa da, klinik pratikte kullanım kolaylığı sağlaması ve klinik başarısı düşünüldüğünde daha sık tercih edilen bazı cam iyonomer tipleri olduğu görülmektedir.

1.2.2. Klinik Pratikte Sıklıkla Kullanılan Cam İyonomerler

Cam iyonomer materyaller, piyasaya sürüldüğü ilk andan itibaren günümüze kadar olan süreçteki ilerlemelere paralel olarak değişimler göstermiştir. Zaman içinde, materyalin kullanımına bağlı olarak tespit edilen olumsuzlukların elimine edilmesi amacıyla gerek fiziksel ve mekanik özelliklerin gerekse de flor salım özelliklerinin güçlendirilmesiyle ya da materyalin yapısına farklı dental malzemelerin ya da elementlerin eklenmesi ile farklı cam iyonomer tipleri kullanıma girmiştir.

1.2.2.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar

Geleneksel cam iyonomerler, cam iyonomer restoratiflerin ilk üretilen formülasyonları olup, toz ve likitten oluşan bir yapıya sahiptir. Bu materyaller suda çözünebilen polimerat, iyon salımı gerçekleştirebilen cam yapı ve su olacak şekilde üç bileşenden meydana gelmektedir (McLean, 1994). Polimerik asidin suda çözünen solüsyonu ve partikül boyutları açısından küçültülmüş cam tozu, ideal yöntemle karıştırılarak ani şekilde sertleşme gösteren visköz yapıda materyal oluşturur. Ayrıca hem asidin hem de cam partiküllerinin toz içerisinde yer aldığı ve likit içeriğinde sertleşme reaksiyonlarını başlatacak olan saf su içeren ya da bazı asitlerin toza katıldığı, kalan kısmın ise dilüe su çözeltisinde likitte bulunduğu tipler de mevcuttur (Sidhu ve Nicholson, 2016). Bu farklılıkların etkilerinin ne olduğu kesin olarak bilinemese de materyallerin nihai fiziksel özellikleri arasında kaydadeğer bir farklılık meydana getirmedikleri görülmüştür (Sidhu ve Nicholson, 2016).

Geleneksel cam iyonomerlerin kimyasal içerikleri incelendiğinde, cam iyonomerin tozu asit içinde çözünebilen kalsiyum floroalüminosilikat cam yapısını içermektedir. Metal oksitler, alüminyum oksit (Al_2O_3), silika (SiO_2), metal floridler ve metal fosfatların 1200 ila 1550 °C dolaylarında bir sıcaklıkta eritilmesi sonrasında yeniden soğutularak, simantasyon formları için 20 µm, restoratif formlar için 45 µm ebatlarında parçacıklar olarak üretilmesi ile süreç ilerler (Anusavice ve Phillips, 2003; Nicholson, 1998). Esas olarak cam tozu kompozisyonu $SiO_2-Al_2O_3-CaF_2-AlPO_4-Na_3AlF_6$ bileşiminden oluşmaktadır (Smith, 1998). Öte yandan, daha güçlü mekanik özellikler için formülasyonda Al_2O_3/SiO_2 oranı %50 ya da üzerinde bulunmalı ve florür miktarı %23 oranının üzerinde olmalıdır (Wilson ve McLean, 1988). Floroalimüna silikat cam, simana diğer florür bileşenleri eklenmeden gözlenen florür salım özelliğine sahip bir yapıdır (Davidson, 2006). Sürecin ilerlemesi ile, basit cam bileşiminde, simanın sertleşme süresini azaltmak ve nem hassasiyetini düşürmek için, Ca

tozları ile HCl tepkimeye sokularak parçacık ebatlarının küçültülmesi uygulanmıştır (Smith, 1998). Bununla beraber, cam tozunun parçacık dağılımı ve boyutu, materyalin sertleşme dinamiğini yönlendirmek için kritik öneme sahiptir (Davidson, 2006). Ayrıca, toz şeklindeki cam yapı, altın, gümüş, platin veya palladyum gibi metaller ile birleştirilerek arttırılmış aşınma dayanımı elde edilmesi de denenen diğer bir yöntem olarak kayda geçmiştir (Smith, 1998).

Üretilen ilk cam iyonomerlerin ikinci temel bileşeni olan likit kısmı ise aköz poliakrilik asit içermektedir. İlk üretilen formülasyonlarda, jelleşme olmadan yüksek derişimlere ulaşabilmek için daha az molekül ağırlığı istenmekte idi. Belirtilen bu olumsuzluk, akrilat-itakonat kopolimer yapısı ile ortadan kaldırılmıştır (Smith, 1998). En çok arzu edilen kopolimer ise, akrilat- maleat ve akrilat-3-butene1,2,3-trikarboksilattır (Mitra ve Kedrowski, 1994; Schmitt vd., 1982; Tezuka ve Karasawa, 1978). Akrilik asit kopolimerleri içeren simanların ilk 4-6 haftadaki artmış sıkışma dayanıklılığı kaydedilen bulgular arasındadır (Nicholson, 1998). Ayrıca akrilat-maleat kopolimer yapısı ile hazırlanan simanların belirli bir dereceye kadar sıkışma dayanımında artma gözlenmesinin ardından, belirtilen noktadan itibaren dengeye ulaşana kadar sıkışma dayanımında azalma gözlenmiştir (Nicholson, 1998). Dayanım seviyelerinde belirtilen bu azalma, kopolimer yapıdaki siman materyalin akrilik homopolimer içerikli materyaller ile kıyaslandığında, daha çok miktarda çapraz bağa sahip olmaları ile ilişkilendirilmiştir (Nicholson, 1998). Cam iyonomerlerin yapısındaki poliasitler; simanın, ortamda su varlığında, ilave bir yüzey hazırlığı olmaksızın bağlanabilmesini mümkün kılmaktadır (Amerongen vd., 2003).

Cam iyonomerlerin içeriğindeki üçüncü moleküler yapı ise sudur. Suyun polimeratlar üzerinde çözücü etkisi bulunmaktadır. İçerikte yer alan su proton salımına neden olarak, polimerin asit gibi davranmasına neden olur ve sertleşmenin meydana gelmesi için optimal zemini hazırlar (Nicholson, 1998). Siman yapısındaki su oranı ilk bir ay boyunca zamanla artış gösterir. Belirtilen bu artış eğilimi, metal moleküllere koordinasyonla ve polianyonların güçlü hidrasyonu ile oluşabilir. (Nicholson, 1998). Bağ kurmamış su, yeni kondanse edilen materyalin kompozisyonundan uzaklaşabilir ve bu nedenle yüzeyde mikro çatlakların oluşması kaynaklı tebeşirimsi bir görünüme sebebiyet verebilir. Belirtilen bu olumsuzluğu engellemek için bir yüzey örtücü kullanımı önerilmektedir (Earl vd., 1985).

Geleneksel cam iyonomer restoratiflere yapılan en çarpıcı revizyonlardan biri ise tartarik asit eklemesidir. %5-10 oranında eklenen tartarik asit, çalışma süresini uzatmakta, sertleşme sürecini hızlandırmakta ve bu sayede kullanım kolaylığı sağlamaktadır (Crisp vd.,

1975). Tartarik asit, daha yüksek asidite ortamına neden olarak, dış yüzeydeki cam parçacıkların çözünmesine imkan tanır ve böylelikle metalik katyonların salımı ve kompleks oluşturma süresi kısılır. Bu nedenden dolayı, alüminyum poliasitle reaksiyona girememekte ve sertleşme süreci gecikerek simanın hasta başı çalışma süresi uzamaktadır (McCabe ve Walls, 2013).

Geleneksel cam iyonomer restoratif materyallerin sertleşme mekanizmaları, poliasit moleküllerin sulu çözeltileri ile cam tozları arasında meydana gelen birtakım asit-baz reaksiyonları ile izah edilebilir ve bu süreç dört temel evreden meydana gelmektedir (Khoroushi ve Keshani, 2013).

Toz ayrışması: Cam parçacıkların yüzeyine etki eden asitler sonrası kalsiyum, sodyum ve alüminyum iyonları salınmaktadır. Bu iyonlar; poliasit molekülleri ile çapraz bağ yaparak belirli köprüler oluşturur ve sulu elektrolit aşaması devreye girer (Khoroushi ve Keshani, 2013).

Jelasyon: Moleküller arasında gelişen iyonik köprüler, poliakrilik asit zincirlerinin ağ yapısı göstermesi ile sonuçlanır ve sonrasında sulu faz jel faza doğru bir değişim gösterir. Sonrasında, cam parçacıkların dış kısmındaki metal iyonları giderek kaybolurken, yapı kalsiyum ve alüminyum iyonlarından zengin bir hal alarak silika jel evresine geçer. Bu aşamada cam partikülleri silika jel yapısı ile kaplanmış olur. Materyal bu aşamada neme oldukça duyarlı olup, bu evrede su ile bir temas olursa, materyalin içindeki kalsiyum ve alüminyum iyonlarının bir parçası kaybedilmiş olur. Sonuç olarak, elde kolay aşınan, dış yüzeyinde mikro çatlakların var olduğu, istenen sertliğin elde edilemediği bir siman yapısı oluşur ve bu yapı da klinik olarak başarısızlığa oldukça açıktır. Bu nedenle, cam iyonomer materyallerin sertleşme reaksiyonunun erken dönemindeki nem duyarlılığı nedenli yapısal bozulma olmaması için, uygulamanın hemen ardından yüzey izolasyonu sağlanmalıdır (Khoroushi ve Keshani, 2013).

Sertleşme: Sertleşmenin son evresinde kalsiyum ve alüminyum tuzlarının ıslanması sonucu, metal iyonları çözünemeyen bir evreye doğru ilerler. Bu evre cam iyonomer materyalin sağlamlığının ve şeffaflığının elde edildiği evre olarak kabul edilmektedir (Davidson, 2006; Khoroushi vd., 2012; Wilson ve McLean, 1988).

Olgunlaşma: Sertleşme süreci gerçekleştikten sonra da bağlanma kuvveti artarak reaksiyonlar sürmektedir. Bağlanma dayanımının büyük bir bölümü ilk gün içerisinde kazanılsa da, bağlanma dayanımlarındaki artış ilk aylar boyunca devam etmektedir (Khoroushi ve Keshani, 2013).

Cam iyonomer materyallerin diş sert dokularının yüzeylerine bağlanması iyon değişimi ile iki kademede mümkün olmaktadır. Birinci evrede; poliakrilik asit ile elde edilen demineralizasyon ve kolajenlerin hibridizasyonu ile mekanik bir kilitlenme oluşur. Diğer evrede ise; poliakrilat molekülleri ile hidroksiapatit kristallerindeki kalsiyum ve fosfor iyonları yer değiştirerek kimyasal bir adezyon gerçekleşir (Davidson, 2006; Mount, 1994). Burada klinik öneme sahip en önemli nokta; dentinin daha az inorganik bileşen içermesi sebebiyle cam iyonomerlerin dentine bağlanmasının daha zayıf olmasıdır (Davidson, 2006; Mount, 1994). Dentine adezyon kapasitesinin artırılması adına birçok yeni klinik öneri literatürde sunulmuş olup, sağlıklı bir adezyon elde edilmesi için uygulanması gereken güncel protokoller bu tez çalışmasının ileri bölümlerinde ele alınacaktır.

1.2.2.1.1. Geleneksel Cam İyonomerlerin Temel Özellikleri

Geleneksel cam iyonomer restoratifler, çocuk diş hekimliğinde kullanılan diğer restoratif materyallere göre bazı benzer ve farklı özellikler sunmaktadır. Klinik açıdan öneme sahip bu özelliklerin en temel olanları özet şeklinde sunulmuştur.

1.2.2.1.1.1. Flor Salımı ve Antibakteriyel Özellik

Cam iyonomer simanların antibakteriyel etkisi hem florür salması hem de sertleşme reaksiyonları sonucu meydana gelen düşük pH ortamına bağlanmıştır (Xie vd., 2000). Bu özellik, kavite-diş arayüzündeki bakteriyel mikrozısıntıyı ve bakteriyel yan ürünlerinin pulpaya invaze olmasını elimine etmesi açısından oldukça önemlidir (Fraga vd., 1996). Difüzyon yolu ile gerçekleşen florür salımı ise, sürecin ilk aşamalarında oldukça hızlı, sonraki süreçte ise düşük seviyeli ancak süregelen olarak devam etmektedir (De Witte vd., 2000). Bununla birlikte, flor salımı asidik ortamda artış göstererek ağız ortamındaki asiditeyi tamponlamakta ve bunun sonucunda diş çürüğünün ilerlemesini önlemektedir (Nicholson vd., 1999). Bu süreci moleküler açıdan incelemek gerekirse, asidik ortamda flor salımı, hidrojen iyonu (HF) ya da alüminyum iyonu (AlF_4) içeren kompleksler şeklinde gerçekleşir (Sidhu ve Watson, 1995). Bu moleküller serbest haldeki flor iyonu salımı gerçekleştirmediğinden

dolayı, bu yapıların ayrıştırılarak, flor anyonlarının serbest bırakılmış olmaları gerekir. Fakat, hidroksiapatit kristalinin, materyalin asidik ortamda saldıkları ürünler ile flor iyonunun kompleks şekilde olması veya olmaması önemsenmeksizin reaksiyon oluşturduğu gözlenmiştir (Lewis vd., 2013). Bu durum, asit çevrede cam iyonomer materyaller tarafından salımı güçlenen flor moleküllerinin ve bileşiklerinin, dişin mineral kısmına iletilen florür miktarını arttırdığı, remineralizasyon sağladığı ve çürük oluşumunu engellediği yönünde güçlü kanıtlar sunmaktadır (Lewis vd., 2013). Ek olarak, çok düşük konsantrasyonlarda dahi, florun diş dokularına sürengen olarak difüzyonunun sağlanması, dentin demineralizasyonunu da önemli ölçüde engellemektedir (Featherstone, 1999; Hicks vd., 2004).

Dental materyallerin antibakteriyel niteliklerinin olması, marjinal alanlardaki bakteri kolonizasyonunun önlenmesi bakımından çok kritiktir (Tobias, 1988). Cam iyonomer materyallerin antibakteriyel özelliklerini çalışan in vitro araştırmalar olmakla beraber (Friedl vd., 1997; Meiers ve Miller, 1996; Yap vd., 1999), mutans bakteri plağının oluşumunu azalttığı da in vivo çalışmalar ile gösterilmiştir (Svanberg vd., 1990). Bununla beraber, materyalin antibakteriyel özelliğindeki artış, bakteri akümülesyonunu engellemekte ve sekonder çürük oluşumunun da önüne geçmektedir. Farklı cam iyonomerlerin sekonder çürük oluşumunu önlemedeki etkinliklerinin incelendiği bir in-vitro çalışmada, cam iyonomer esaslı restoratif materyallerin; rezin kompozite oranla restorasyon marjinde, minede ve dentinde sekonder çürük oluşumunu önlediği bildirilmiştir (Krämer vd., 2018).

1.2.2.1.1.2. Biyoaktivite ve Remineralizasyon

Cam iyonomer simanlar, iyon (flor iyonu, sodyum, fosfat, silikat vb.) salımı yapabilen biyoaktif materyaller olup, asidik ortam şartlarında iyon salım düzeyleri artmaktadır (Nicholson vd., 1999). Salınan iyonların çeşitli biyolojik etkileri bulunmaktadır. Bu iyonlardan biri olan fosfat, tükürük içeriğinde de bulunmakla birlikte, tükürük ile dişin mineral fazı arasındaki dengeyi sağlamaktadır. Kalsiyum ise remineralizasyon sağlayan, oldukça önemli bir mineral olup; içerikte bulunan silikatlar, hidroksiapatitin kristalliğini bozmadan yapısına katılabilmektedir (Sidhu ve Nicholson, 2016).

Henüz karıştırılmış bir cam iyonomer materyal, ıslak/nemli dentin yüzeyine tatbik edildiğinde diş ve materyale ait iki yüzey arasında iyon değişimi şeklinde bir reaksiyon meydana gelir (Sennou vd., 1999; Yiu vd., 2004). Cam partikülleri poliasit içerisinde çözünmekte; alüminyum, flor ve stronsiyum simandan dışarı doğru sızarken eş zamanlı olarak

kalsiyum ve fosfat iyonları dentin dokusunun içerisine doğru yer değiştirmektedir (Sennou vd., 1999). Flor, kalsiyum ya da stronsiyum moleküllerinin salımı, materyalin demineralize çürük lezyonlarını yeniden mineralize etmesinde rol oynar (Ngo vd., 2006; Ten Cate vd., 1995). Bununla ilgili olarak, cam iyonomerler aynı zamanda ortamda bulunan iyonları bünyelerine de çekebilmektedirler. Tükürükle temasta olan cam iyonomer; kalsiyum ve fosfatları tükürükten çekerek, başlangıç seviyesine göre daha sert bir dış yüzey meydana getirir (Okada vd., 2001). Öyle ki, cam iyonomer simanların pit ve fissür örtücü olarak kullanıldıkları durumda, fissürlerde artmış kalsiyum ve fosfata sahip olan ve normal mineye göre çok daha dirençli olan bir yüzey oluşur. Bu direnç artışı, cam iyonomer materyallerin mine dokusuna benzerlik gösterdiği düşüncesine sebep olmaktadır (Van Duinen vd., 2004).

1.2.2.1.1.3. Mekanik Özellikler

Bir materyalin, üzerine uygulanan kuvvet karşısında verdiği tepki o materyalin mekanik özelliklerini belirlemede son derece önemli bir kriterdir (Behle, 1997). Cam iyonomerlerin içeriğinde yer alan alüminyum ve silika, dayanımdan sorumlu moleküller olup, materyalin mekanik özellikleri yapılarındaki alkenoat biçimine göre değişiklik göstermektedir (Bonifácio vd., 2009; Bouschlicher vd., 1996; Smith, 1998). Bununla beraber, likit yapısında bulunan karboksilat grubu da cam iyonomerlerin dış dokularına kimyasal bağlanmasını etkileyerek, mekanik özellikleri güçlendirmektedir (Souza vd., 2016). Buna karşın, özellikle geleneksel cam iyonomerlerin en kritik sorunlarından biri de, amalgam ve rezin içerikli materyallere göre daha düşük mekanik dayanıma sahip olmaları ve daha yüksek aşınma göstermeleridir (Bonifácio vd., 2009; Sidhu, 2011; Tyas ve Burrow, 2004).

1.2.2.1.1.4. Su Emilimi – Suda Çözünme

Bir restoratif materyalde gerçekleşen su emilimi yapısal ve boyutsal değişikliklere yol açmakta ve buna bağlı olarak renklenmelere ya da marjinal kırıklara sebep olmaktadır. Suda çözünürlük kavramı ise, restorasyonların yapısal değişimi nedeniyle doğal biyolojik yapılarla olan uyumunu bozmakta ve başarısızlık ihtimalini artırmaktadır. Bu bulgulardan hareketle, bu etmenler yüzey yapısının ve kenar bütünlüğünün kaybına, dolayısıyla indirekt olarak estetiğin bozulmasına neden olur (Rosenstiel vd., 1998; Yap ve Lee, 1997). Cam iyonomerlerde su ile ilgili bir diğer faktör ise materyalin sertleşme reaksiyonu gerçekleşirken suya ve neme olan hassasiyetidir. Başlangıç reaksiyon sürecinde cam iyonomerler neme ve tükürüğe hassasken, sonrasında dehidratasyona duyarlıdır. Bu nedenle, klinik olarak materyalin uygulandığı anda

izolasyon prosedürlerinin uygulanması oldukça önemlidir (Kleverlaan vd., 2004; WY ve McComb, 1998).

Geleneksel cam iyonomer simanların klinik olarak olumsuz sayılabilecek özellikleri, klinisyenlerin ve araştırmacıların yeni nesil restoratif materyal arayışlarına olan ihtiyacı artırmıştır. Bu bağlamda, yeni üretilen cam iyonomer içerikli restoratif materyallerin fiziksel özelliklerini geliştirmek için çeşitli modifikasyonlar yapılmıştır. Bunlar arasında toz-likit oranının değiştirilmesi, ışıkla polimerize olabilen rezinlerin eklenmesi, poliakrilatların modifikasyonları, toz yapıya amalgam ya da benzeri parçacıkların, hidroksiapatitlerin, metallerin ya da biyoaktif ve fiber materyallerin ilavesi gibi değişiklikler denenmiştir (Kaya ve Tirali, 2013). Ek olarak, materyallerin viskoziteleri arttırılarak, birim partikül boyutları azaltılmış ve kondanse edilebilen, aşınmaya ve nem ile kontamine olmaya dirençli yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar elde edilmiştir (Gurgan vd., 2017). Bunlar arasında genel olarak Fuji IX, Ketac Molar ve Riva SC gibi preparatlar bulunmaktadır. Benzer şekilde, bu gruba dahil bir materyal olan EQUİA kaviteye kondanse edilerek uygulanabilen ve kimyasal olarak sertleşen yüksek viskoziteli bir cam iyonomerin artılarını; nano doldurucu ihtiva eden, ve ışıkla polimerize olan bir yüzey örtücü olan restorasyon koruyucusu ile birleştirerek, aşınma direnci ve dayanımı güçlendirilmiş bir materyal olarak tanıtılmıştır (Gurgan vd., 2017). Bunlara ek olarak, cam iyonomerin toz yapısına zirkonya eklenerek, amalgamın dayanımı ile yarışan, yeni bir materyal olarak Zirconomer tanıtılmıştır. Bu materyalin kompozisyonunda bulunan zirkonya doldurucu partiküller sayesinde, materyalin yapısal dayanımı artmış ve özellikle arka bölge gibi aktif stres alan alanlarda kullanıma uygun hale getirilmiştir (Walia vd., 2016). Piyasaya farklı materyal arayışları çerçevesinde giren başka bir restoratif ise cam karbomer simanlar olmuştur. Cam karbomerler, nano ebatlarda parçacıklar ve floroapatit ihtiva etmektedir. Yüksek viskoziteli cam iyonomerlerle benzer şekilde, nano parçacıkların eklenmiş olması bu restoratif materyalin aşınma dayanımını ve mekanik özelliklerini güçlendirmektedir (Cehreli vd., 2013).

1.2.2.2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

RMCİS materyaller, geleneksel cam iyonomerlerin mekanik özelliklerinin ve estetik özelliklerinin güçlendirilmesi için üretilen ve oransal olarak %80 cam iyonomer ile %20 rezinden oluşan materyallerdir (Sidhu ve Watson, 1995). Kompozisyon olarak bu materyaller, likidi fotopolimerize olan hidroksietil metakrilat molekülleri (HEMA) gibi metakrilik asit uçları ve tartarik asit ihtiva eden poliakrilat ve sudan oluşur. Bununla birlikte, bu materyaller

ışığa duyarlı cam tozu ve ışığa duyarlı sertleşme başlatıcı (fotoinitiator) içermektedir (Frankenberger vd., 1997; Sidhu ve Watson, 1995). Bu nedenle, RMCİS materyallerin sertleşme esnasındaki ilk reaksiyonları asit-baz reaksiyonu, ikincil reaksiyon ise fotokimyasal polimerizasyon şeklinde gerçekleşmektedir (Sidhu ve Watson, 1995).

RMCİS'lerin yapısındaki cam partiküller ve rezin fazı arasında bulunan kimyasal bağlantı, geleneksel simanlara göre daha başarılı bükülme ve çekme direnci göstermelerini sağlar (Xie vd., 2000). Hübel ve diğerlerinin (2003) Sınıf 2 kavitelerde RMCİS ve geleneksek cam iyonomer uyguladıkları ve sekonder çürük ve/veya kırık tespit edilen dişleri başarısız saydıkları çalışmanın üç yıllık klinik takibi sonucunda; RMCİS restorasyonlarında %94 olan başarı oranının geleneksel cam iyonomer siman restorasyonlarında %81 oranında olduğu ve ayrıca geleneksel cam iyonomer siman restorasyonlarında gözlenebilecek başarısızlık olasılığının RMCİS'den beş kata kadar daha fazla olduğu bildirilmiştir (Hübel vd., 2003).

Geleneksel cam iyonomer restoratiflerde olduğu gibi, RMCİS materyaller de toz ve likit elemanların karıştırılması ile elde edilmektedir. Buna karşın, materyal rezin içeriği nedeniyle ışığa maruz kalmadıkça uzun bir çalışma süresine sahiptir. Bu bağlamda, RMCİS materyaller ışıkla aktive edildiklerinde sertleşme reaksiyonları hızla tetiklenmektedir. (Sidhu ve Watson, 1995; Wilson, 1990). RMCİS biyolojik olarak uyumlu, dental dokulara kimyasal adaptasyon gösterebilen, florür salma kapasitesi olan, hidrofilik, kısmen estetik, uygulaması kolay ve oral sıvılarda az çözünme gösteren bir materyaldir (Croll ve Helpin, 1995; Croll ve Nicholson, 2002).

Geleneksel cam iyonomerlere kıyasla daha çok florür salımı yapabilme, mikrosızıntıya karşı daha dirençli olma, daha az çözünürlük ve daha iyi adezyon gibi olumlu özelliklere sahip olmakla birlikte, HEMA içeriklerinin serbest bırakılmasından ötürü biyouyumluluğundan ödün verilmiştir (Aratani vd., 2005; Hamid ve Hume, 1997; Hume ve Mount., 1988; Hübel vd., 2003; Sidhu vd., 1995; Souza vd., 2006). Kullanma talimatlarına uyacak şekilde polimerize edilse dahi artık monomer salımı yapabileceği ve bu sebepten pulpa biyolojisine çeşitli seviyelerde (hassasiyet, enflamasyon) zarar verebileceği bildirilmiştir (Kanık vd., 2016). Özellikle yerleştirilmelerinden sonraki ilk 24 saatlik sürede dentin içine yayılarak pulpa dokusunu etkileyebildiği ve nihayetinde geleneksel cam iyonomerlerden daha toksik yapıda olduğu belirtilmiştir (Ruse, 1999; Stanislawski vd., 1999).

1.2.2.3. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomer)

Poliasit modifiye kompozit rezinler (kompomerler) 1994'te tanıtılmış olup, sıklıkla süt dişlerinin kalıcı restorasyonlarında ve daimi dişlerin Sınıf III ve V kavitelerinde kullanılmaktadır (Bona vd., 2007). Bu materyallerin yapısal olarak kompozit rezinlere daha çok benzediği bildirilmekle birlikte, kompozisyon olarak ihtiva ettikleri cam iyonomerlerin özelliklerini de yansıttıkları bilinmektedir. Kompomerlerin ışık ile polimerizasyonunun ardından absorbe ettiği su ile yapısında farklı derecelerde asit-baz reaksiyonu oluşmaktadır (Bilgin, 2000; Mclean, 1994). Kompomer materyallerin geleneksel cam iyonomer restoratiflere göre en olumsuz yönü, daha fazla polimerizasyon büzülmesi göstermesidir (Attin vd., 1995). Buna karşın, ağız ortamında su absorpsiyonu ile oluşan hacimsel genleşme, polimerizasyon büzülmesini dengelemektedir (Çehreli, 1997).

Kompomerler de yine geleneksel cam iyonomerler ve RMCİS materyallerde olduğu gibi, cam iyonomer içerikleri nedeniyle flor iyonu salımı gerçekleştirmektedir. Materyalden salınan flor kompozisyonu kavite yüzeylerinin ve komşu dişin demineralizasyona olan direncini arttırarak uzun süreli karyostatik etki göstermektedir (Benelli vd., 1993; Croll vd., 1993; Forss ve Seppa, 1990; Van Loveren, 1990). Bununla beraber, materyalden salınan florun miktarı; kompomerin çözünürlüğü, içerdiği flor seviyesi, materyalin gözenekliliği, çözünme ortamının yapısal özellikleri gibi birçok faktöre bağlıdır (DeSchepper vd., 1991). Ayrıca, yapılan bazı çalışmalar kompomerlerin geleneksel cam iyonomerlere ve RMCİS'lere oranla daha az flor saldıklarını öne sürmektedir (DeSchepper vd., 1991; El Mallakh ve Sarkar, 1990). Bu durumun nedeni olarak, flor iyonlarının rezin matriks içinde hapsolması ile çözünürlüğü daha düşük flor kompleksleri oluşturması öne sürülmektedir (El Mallakh ve Sarkar, 1990).

Kompomerlerde adezyon kabiliyeti, rezin içeriğin dentin dokusuna bağlanması ile ilişkilidir (Bilgin, 2000). Yapılan in-vitro çalışmalarda RMCİS'lerin ve kompomerlerin diş dokularına bağlanma kuvveti, geleneksel cam iyonomer restoratiflere oranla daha yüksek bulunmuştur (Kitamura vd., 1993; Rusz vd., 1992). Kompomer restorasyonlarda bağlanmanın artırılması için kavite yüzeylerine %10'luk poliakrilik asit uygulanması önerilmektedir (Beltes vd., 1997). Poliakrilik asit, cam iyonomer restoratiflerin içeriğinde olduğundan, kalan artıklar simanın sertleşme reaksiyonunu etkilememektedir. Bu materyal, dişin yüzey enerjisini de değiştirerek, restoratif malzemenin kavite duvarlarına adaptasyonunu iyileştirmektedir. (Bilgin, 2000). Öte yandan, poliakrilik asit kompomer materyallerin uygulanmasından önce kullanıldığında, smear tabakanın uzaklaştırılmış olması nedeniyle restoratifin dentin bağlantısı artırılmaktadır (Cortes vd., 1998). Bu süreçte, diş-restorasyon arayüzünde ince bir hibrit tabaka benzeri bir katman meydana gelmektedir. Bu nedenle, kompomer restoratiflerin diş

dokularına bağlantısının mikromekanik düzeyde olduğunu söylemek mümkündür (Kielbassa vd., 1997).

1.2.2.4. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Materyaller

Dental malzemelerin kronolojik üretim süreçleri incelendiğinde, ilk tanıtılan ve piyasaya sürülen cam iyonomer restoratiflerin düşük ölçekte viskoziteye sahip olduğu bilinmektedir. Bu tür sorunların ve klinik dezavantajların üstesinden gelmek için piyasaya yüksek viskoziteli cam iyonomer restoratifler sürülmüştür (Mickenausch, 2016). Yüksek viskoziteli ya da kondanse edilebilen cam iyonomer restoratiflerin ilk çıkış amacı ART’de kullanabilmesidir (Van Duinen vd., 2005). Artırılmış toz/likit oranına sahip bu materyallerin sertleşme reaksiyonlarının hızlı olması, mekanik ve fiziksel özelliklerinin geleneksel cam iyonomer sistemlere oranla çok daha tatmin edici seviyelere ulaşması ve estetik açıdan materyalin daha translusent bir görünüme sahip olması, bu materyalin sunduğu en büyük avantajlar arasındadır (Sidhu, 2011). Dental piyasa için ilk üretilen yüksek viskoziteli cam iyonomer materyal Fuji IX iken, sürecin ileri aşamalarında diğer üreticiler klinik, mekanik, biyolojik anlamda daha başarılı, daha kabul edilebilir fiziksel özelliklere sahip, sertleşme reaksiyonları daha hızlı ve güvenli olan cam iyonomer sistemler üretmeye yönelmiştir. Günümüzde, Fuji IX’un yanı sıra Ketac Molar ve ChemFil Molar, Riva Self Cure gibi cam iyonomerler de yaygın olarak kullanılan yüksek viskoziteli cam iyonomer sistemler arasında yer almaktadır (Meral, 2017). Farklı markalar sıklıkla kendilerini güncelleyerek daha iyi materyal arayışıyla ürettikleri yeni formülasyonları dental piyasaya sürmektedir.

GC Fuji IX, geleneksel cam iyonomerlerin olumlu klinik ve kimyasal özelliklerine ek olarak geleneksel cam iyonomer restoratiflerden daha yüksek fiziksel dayanıklılık gösterebilen bir cam iyonomerdir. GC Fuji IX’daki karboksilat iyonları, dişteki kalsiyuma iyonik olarak bağlanır ve organik kısımdaki amino ve karboksil gruplarına hidrojen bağlar, bu da materyale yüksek düzeyde bağlanma dayanımı sağlar (Wang vd., 2006). GC Fuji IX, diş sert dokularına benzer bir termal genleşme katsayısı gösterir ve yapısı gereği çevresel etkilere duyarlı değildir (Wang vd., 2006). Hatta GC Fuji IX’un erken nem temasıyla dayanıklılığının arttığını gösterir çalışma mevcuttur (Leirskar vd., 2003). Diş ile arasında hem mekanik hem de kimyasal bağ gerçekleştiğinden, yüksek kesme direnci, ideal basınç ve eğilme mukavemeti, yüksek aşınma direnci ve iyi tutunma yeteneği gibi pek çok avantaja sahiptir. Klinikte uygulanırken, rezin içeren diğer restoratif materyallerde olduğu gibi bir tabakalama veya asitleme gibi ön yüzey işlemlerine ve ayrıca amalgam restorasyonlarda olduğu gibi geniş kavite preperasyonlarına

gerek yoktur. Materyal, sertleşirken polimerize olmadığı için büzülme görülmemekte, böylelikle materyale iyi bir marjinal sızdırmazlık sağlanmakta ve bu doğrultuda daha az sekonder çürük oluşumu gösterdiği de bilinmektedir. (Leirskar vd., 2003; Okada vd., 2001). GC Fuji IX da diğer cam iyonomerler gibi florür salmakta olup, biyouyumlu olduğu gibi pulpal irritasyon riski düşüktür ve dişe yakın bir renge sahip olduğundan doğal bir görünüm sağlar.

Yüksek viskoziteli cam iyonomerler, geleneksel cam iyonomerlerden farklı olarak, daha küçük partikül boyutları bulunan cam elemanlar içermektedir (Kleverlaan vd., 2004). 116 sınıf II restorasyonun dahil edildiği ve 6 yıllık retrospektif sonuçların yer aldığı bir çalışmada, 18-42 aylık sağkalım oranı %93 olarak bildirilmiştir. Buna karşın, bu başarının 6. yılın sonunda %60 seviyelerine gerilediği bildirilmiştir (Scholtanus ve Huysmans, 2007). Bununla birlikte, yüksek viskoziteli cam iyonomer restoratif materyaller ART ile tercih edildiğinde tatmin edici klinik bulgular sunmaktadır. Frencken vd. (2007) gerçekleştirdiği bir araştırmada 6,3 yılın sonunda, ART yönteminde %80'lere varan başarı oranları rapor edilmiştir. Daha farklı bir araştırmada ise, rezin içerikli restoratif materyal ve yüksek viskoziteli cam iyonomerler arasındaki başarı oranı, sınıf I ve Sınıf II ART kavimleri kapsamında karşılaştırılmış ve cam iyonomerlerin Sınıf I kavimler için %96,7, Sınıf II kavimler için ise %76,1'lik başarı oranları rapor edilmiştir (Ersin vd., 2006). Genellikle kompozit rezinlerin yüksek viskoziteli cam iyonomerlerden daha üstün olduğuna dair yaygın bir kanı olmasına rağmen bu hipotezi araştıran geniş çaplı bir derlemede başarı açısından aralarında anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir (Mickenausch vd., 2015). Yüksek viskoziteli cam iyonomer sistemlerin başarılı özelliklerinin rapor edilmelerine karşın, piyasaya cam iyonomerlerin daha gelişmiş tiplerinin sürüldüğü de görülmektedir.

1.2.2.5. Cam Hibrit Restoratif Materyaller

Cam hibrit restoratif materyal olan EQUIA, 2007 yılında üretilen ve piyasaya sürülen bir cam iyonomer sistemdir. İsim açılımı 'Easy, Quick, Unique, Intelligent and Aesthetic' başka bir deyimle 'Kolay, Çabuk, Eşsiz, Akıllı ve Estetik'tir. Kendinden adezyon gösteren, kimyasal olarak sertleşen ve yüksek oranda doldurucu içeren bir cam iyonomer sistem (Fuji IX GP Extra, GC, Amerika) ile kendinden adezyon gösteren, ışıkla sertleşen ve yine doldurucu içeren bir rezin esaslı yüzey örtücünün (G-Coat Plus, GC, Amerika) kombinasyonudur. Yapısı incelendiğinde geleneksel cam iyonomer simanlara göre matriksindeki cam partikül boyutunun küçüldüğü ve fiziksel özelliklerinin geliştirildiği görülmüş olup; daha sert, kendi özel enjektörü ile uygulanabilir ve kaviteye kondanse edilebilir bir materyal haline

getirilmiştir. Arka bölgede kompozit rezin materyallere alternatif olarak kullanılabilmesi iddia edilerek Sınıf I, II ve V kavitelerin kalıcı restorasyonunda tercih edilmek üzere üretilmiştir. VITA skalasında A1; A2; A3; A3,5; B1; B2; B3 ve C4 olmak üzere çeşitli renk alternatifleri bulunmaktadır. G-Coat Plus akışkan yapısı ile cam iyonomerlerin ve rezin içerikli materyallerin üzerinde bir örtücü olarak tercih edilebilmektedir ve mine-dentin gibi diş sert dokularına bağlanabilmektedir. Yüzey örtücü içeriğindeki nanodoldurucular, cam iyonomer simanı tamamen sertleşip ağız içi ortama dayanıklı hale gelene kadar, erken dönemde oluşabilecek abraziv ve atriziv tip aşınmalara karşı korur (Bonifácio vd., 2012; Diem vd., 2014; Sidhu, 2011). Bu sistem 2009'da EQUIA Fil ve örtücü olarak kullanılması planlanan EQUIA Coat olarak piyasaya sürülmüş ve tanıtılmıştır. Materyal ekstra bir adeziv materyale ihtiyaç duyulmadan mine ve dentine kimyasal olarak bağlanabilmekte, azalmış nem hassasiyeti göstermekte, tek tabaka halinde uygulanabilmekte, yeterli aşınma ve kırılma direnci gösterebilmekte ve diş renginde estetik görünüm sunabilmektedir. Materyalin üreticisi özellikle Sınıf V restorasyonlarda gerekli olan kırılma dayanıklılığı, eğilme dayanımı ve yorulma direnci gibi değerleri arttırdığını belirtmektedir (Kisby, 2021).

Cam hibritlerin konfigürasyonları incelendiğinde, materyal daha dağınık şekilde içerikte yer alan, daha minimal yapıda ve daha reaktif cam parçacıklar ihtiva etmektedir. Yapılarına molekül ağırlığı yüksek poliakrilik asitlerin de girmesi ile birlikte, matriksteki çapraz bağlanmaların sayısı artmakta ve böylece malzemenin hem elastisite modülü hem bükülme dayanımı artmış olmaktadır. Bu teknoloji ile yapısal iyon varlığını arttırdığı, materyale daha olumlu fiziksel dayanımlar kazandırdığı ve dolayısıyla aşınma direncini güçlendirdiği, florür salımı ile de çok daha kapsamlı bir matriks oluşturduğu bildirilmektedir. Bu materyalle gerçekleştirilmiş restorasyonların aşınma direncini güçlendirmek ve daha estetik bir görünüm elde etmek amacıyla üzerinin rezin bazlı bir yüzey örtücü kullanılarak örtülmesi önerilmektedir (Schwendicke vd., 2017).

Cam hibritlerin geniş kaviteler için kullanılabilmesi düşünülmüştür fakat, eğilme ve bükmeye karşı dayanıklılığı artırılmış bu materyallerin özellikle posterior dişlerde açılmış geniş kaviteler için kullanımı ile ilgili yeterli kanıtı dayalı veri bulunmamaktadır (Al-Abdi vd., 2017; Sawalt vd., 2017). Güncel literatür incelendiğinde cam hibrit restoratiflere örnek olarak 2015 yılında geliştirilen EQUIA Forte Fil ve Coat'un birlikte kullanılmasıyla oluşan sistemin verilebileceği görülmektedir. Sınıf I restorasyonlar, stres alan ve almayan Sınıf II restorasyonlar, geçici restorasyon uygulamaları, Sınıf V kavite ve kök yüzeyi restorasyonları ve kor alt yapısı da dahil olmak üzere geniş kullanım alanlarına sahiptir. Uygulama süresinin

kısa olması, kolay polisajlanabilmesi, tükürüğe bağlı maturasyon gösterebilmesi sayesinde zamanla daha da artan dayanıklılığı, büzülme stresi göstermemesi, florür salması, tek tabaka uygulanabilir ve kondanse edilebilir olması ve kavite duvarlarına adaptasyonunun iyi olması sayılabilecek avantajlarından. Vita A1, A2, A3, A3.5, B1, B2, B3 ve C4 olmak üzere geniş bir renk yelpazesi bulunur (GC, 2024).

1.2.3. Cam İyonomer Materyallerin Başarısını Değerlendirmek İçin Kullanılan Testler

Diş hekimliğinin farklı alanlarında olduğu gibi, çocuk diş hekimliğinde kullanılan restoratif malzemelerin başarısının tespit edilmesinde de farklı yöntemler kullanılmaktadır. Genel olarak, materyallerin bağlanma dayanımları, mikrosızıntıları ve adezyon özellikleri gibi kriterler en çok araştırılan ve materyallerin in-vitro başarısı ile en sık ilişkilendirilen faktörler arasındadır.

1.2.3.1. Bağlanma Dayanıklılığı Testleri

Bağlanma kuvvetinin araştırılmasına ait testler, herhangi bir restoratif materyalin mine ve dentin gibi diş dokularına olan tutunma kapasitelerini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Restoratif materyalin diş sert dokularına olan bağlanma özelliklerinin tespiti, materyalin klinik başarısına ait tahminde bulunulması açısından çok değerlidir (Özyeşil vd., 2009). Bir materyalin diş dokularına olan bağlanma kuvvetinin bilinmesi, söz konusu malzemenin klinik başarısını değerlendirmek açısından kritik öneme sahiptir. (Özyeşil vd., 2009; Tekçe vd., 2013). Materyallerin klinik başarıları; ağız boşluğunda, restorasyonu yerinden çıkarmaya yönelik kuvvetlere karşı gösterdikleri adeziv kuvvetin büyüklüğüne bağlı olarak değerlendirilir (Manuja vd., 2011). Bununla beraber, bağlanma dayanımının tam olarak tespit edilebilmesi için sıklıkla kesme (shear) ve gerilme (tensile) kuvvetlerine karşı gösterilen dayanıma yönelik testler gerçekleştirilmektedir. (Ayaz vd., 2011).

Bağlanma dayanımlarını inceleyen esas test yöntemi, çürüksüz Sınıf V restorasyonlarda yapılan çalışmalardır. Buna karşın, artmış maliyet ve klinik çalışmaların zaman alması gibi nedenlerden klinik başarısızlık açısından veri toplamak oldukça zordur. Bu sebepten bağlanma dayanıklılığının değerlendirilebilmesi için pek çok laboratuvar analiz yöntemi geliştirilmiştir (De Munck vd., 2005; Tekçe vd., 2013). Böylelikle araştırmacılar için sonuçlarına etkin ve hızlı ulaşılabilen, parametreleri üzerinde değişiklik yapılabilen in-vitro

Çalışma dizaynları, in-vivo dizaynlara göre daha sık tercih edilmektedir (Tanumiharja vd., 2000).

Bağlanma dayanımı dentin ile adeziv materyal arasındaki bağlanmayı koparmak için birim alana düşen kuvvet olarak tanımlanır ve birimi çoğunlukla megapaskaldır (MPa). Bağlanma dayanımının değerlendirilmesinde kullanılan testler kuvvetin geliş yönüne göre üç ayrılmaktadır. Bu kapsamda, dental materyallerin dental yüzeylere bağlanma dayanımlarını tespit etmede makaslama, gerilim/mikro-gerilim ve mikro-makaslama dayanım testleri tercih edilmektedir. Bu testlerden en çok kullanılanları ise makaslama ve mikro-gerilim bağlanma dayanımı testleridir (De Munck vd., 2005).

Kesme bağlanma dayanımı, bir restorasyonu diş dokuları ya da kavite yüzeyleri boyunca hareket ettirmeye yönelik kuvvetlere karşı gösterilen dirençtir (Suresh ve Nagarathna, 2011). Diş-restorasyon arayüzeyinde oluşan ve restoratif materyal kütlesini yerinden çıkarmaya yönelik etkilerin çoğu, kesme tarzında etkiye neden oldukları için, kesme bağlanma dayanıklılığı restoratif materyallerin klinik başarıları hakkında öngörüde bulunmak açısından son derece önemlidir (Suresh ve Nagarathna, 2011).

Gerilim ve makaslama testleri ise, restoratif materyallerin ve restorasyonların oral ortamda karşılaşacakları kuvvetleri simüle edecek şekilde tasarımılanır (Ayaz vd., 2011; Van Noort vd., 1989) Bu tasarımlarda çoğunlukla dentin yapısındaki koheziv tip kırılmalar gözlenmektedir. Koheziv başarısızlıkların adezivin bağlanma dayanımı değerlerini doğru yansıtmadığı ve stres dağılımının homojen olmadığı gösterilmiştir (Erickson, 1989; Perinka vd., 1992) Bu tip olumsuzlukların önüne geçebilmek için daha yeni geliştirilen bağlanma dayanıklılığı metodları kullanılmaktadır. Buna binaen daha küçük bağlanma alanları kullanan mikroshear ve mikro gerilme bağlanma dayanım test türleri geliştirilmiştir. (Braga vd., 2010; McDonough vd., 2002) Mikro-gerilme/mikro-shear in-vitro testleri her ne kadar son dönemde poplerleşe de görece büyük bağlanma alanlarına sahip örneklerin dahil edildiği in vitro çalışmalar daha sık görülmektedir. rnek hazırlanmasının kolay olması, kolay uygulanabilirlik ve intraoral kuvvetleri daha başarılı simüle etmeleri ile kullanımları daha da artmıştır (Braga vd., 2010).

Makaslama bağlanma dayanıklılığı, bir restorasyonun diş sert doku düzlemi boyunca o restorasyonu yerinden oynatmaya iten kuvvetlere karşı sunduğu direnç olarak tanımlanır. Ağız ortamında restorasyonu yerinden uzaklaştırmaya yönelik gelen kuvvetlerin büyük bir

kısmı, makaslama şeklinde etkiler göstermektedir ve bu durum klinik olarak oldukça önemlidir. Bu nedenle, makaslama bağlanma dayanım değerlerinin yüksek olması materyalin yüzeye iyi seviyede bağlandığını bildirmektedir (Suresh vd., 2011).

Preperatlar test edilirken diş restorasyon bağlanma yüzeyine paralel bir kuvvet uygulanır. Cihaz içine sabitlenen numunelerin yüzey ebatları, hızı ve kırma değerleri girilerek testler uygulanmaktadır (Ayaz vd., 2011). Kuvvetler halka ve bıçak sırtı gibi farklı uçlar yardımıyla uygulanır. Makaslama çalışmalarında sıklıkla bıçak sırtı şekilli uç tercih edilmektedir (Van Noort vd., 1989). Yükleme alanındaki en büyük değerler bıçak-sırtı uça kullanıldığında gözlenirken, halka tel kullanımında stres dağılımının en iyi seviyede olduğu bildirilmiştir (Karasu vd., 2012). Bağlanma dayanımı değerinin tespitinden sonra kırılma tipleri de oldukça önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır ve üç farklı kırılma başarısızlığı bildirilmektedir. Bunlar; adeziv, koheziv ya da karışık tip olarak üç ana grupta incelenir. Bağlanma dayanımı değerleri tespit edilirken, hangi başarısızlığın gözlemlendiğine değinilmesi ve dikkate alınması gerekmektedir (Gülşah vd., 2012).

1.2.3.2. Mikrosızıntı Testleri

Diş uygulanan bir restoratif materyal ile mine ya da dentin gibi diş dokuları arasında ağız, dişeti ya da tükürük kaynaklı sıvılar, bakteriler ya da ürünleri, çeşitli moleküller ve iyonların istenmeyen geçişi olarak tanımlanan mikrosızıntı, restoratif prosedürlerin uygulandığı tüm diş hekimliği branşları için önemli bir klinik sorundur (Toledano vd., 1999). İdeal özellikteki bir restoratif materyal kavite yüzeylerine maksimum düzeyde adaptasyon göstermelidir (Demirel vd., 2023; Kidd, 1976). Sızdırmazlık özelliği kabul edilebilir düzeyde olmayan restorasyonlarda sızıntı olan bölgede gerçekleşen marjinal aralanma, plak birikimine, bakteri ve toksinlerinin geçişine ve dolaylı olarak mikrosızıntının kabul edilemez seviyede artışına yol açacak ve marjinal renklenme, sekonder çürük oranında artış, post-operatif hassasiyet, gingival hastalıklar ve pulpal patolojiler gibi istenmeyen durumlara neden olabilecektir (Déjou vd., 1996; Gwinnett vd., 1995).

Mikrosızıntının nedenleri arasında; hekimden kaynaklanan özensiz çalışma, restoratif materyalde polimerizasyondan sonra oluşan polimerizasyon büzülmesi, diş sert dokuları ve restoratif materyal arasındaki termal genleşme kat sayısı farklılıkları, diş dokularının kimyasal kompozisyonu, zaman içerisinde dolgu yüzeyinde oluşan aşınma, dolgu materyalinin okluzal

kuvvetler karşısında elastik deformasyon göstermesi gibi pek çok etmen sayılabilmektedir (Altun, 2004).

Restoratif materyallerin diş dokuları ile arasında meydana gelen sızıntı bulgusunun değerlendirilmesinde, geçmişten günümüze değin boyar madde penetrasyon testleri, radyoizotop yöntemi, kimyasal maddeler ya da bakteriyel yöntemler, hava basıncı testi, nötron aktivasyon incelemesi, elektro-kimyasal yöntemler, mikroskopik incelemeler ve tomografik yöntemler gibi üç boyutlu analizler kullanılmaktadır (Alani ve Toh, 1997; Demirel vd., 2023; Kidd, 1976; Taylor ve Lynch, 1992).

1.2.3.3. Adezyon

Adezyon, çeşitli mekanik ve fiziksel süreçler ve moleküller arası kuvvetler aracılığıyla benzer veya farklı materyaller arasındaki moleküler bağlanmadır. Adeziv arayüz, bir substrat (aderend) üzerine uygulanan bir “adeziv” içerir. Bir substratı diğerine bağlamak için adeziv kullanıldığında, adeziv ve substratlar arasında bir arayüz oluşur (Marshall vd., 2010). Herhangi bir adezyon artırıcı materyal olmadan, tüm dental materyal uygulamalarında fiziksel ve kimyasal adezyon mevcut olsa da sonuçta ortaya çıkan bağlanma gücü mekanik bağlanma ile karşılaştırıldığında zayıf veya ihmal edilebilir düzeydedir. Adezivin substrat düzensizliklerine mekanik olarak kenetlenmesi, neredeyse tüm durumlarda ara yüzeydeki bağlanma gücüne en fazla katkıyı sağlar (Kohn vd., 1996; Özcan vd., 2012).

Dental uygulamaların çoğunda, iki farklı substrat bir adeziv ile yüzeye bağlanır. Adeziv, kavite yüzeyleri ve restoratif materyal arasındaki arayüzü örtmeli, böylelikle mikrosızıntı, post-operatif hassasiyet, marjinal renklenme ve sekonder çürük riski de azaltılmalıdır (Van Meerbeek vd., 2003). Adezyon kavramıyla birlikte adezyonun gerçekleştiği yüzeylerin özelliklerinin, yüzey şartlandırma yöntemlerinin, çeşitli materyal kombinasyonları arasındaki arayüzlerin oluşumunun ve restoratif materyalde yaşlanma fenomeninin bir sonucu olarak arayüzlerdeki başarısızlık biçimlerinin de anlaşılması oldukça önemlidir (Alani ve Toh, 1997). Adezyon kapasitesini ölçen testin seçimi, kabul edilebilir şekilde uygulanması ve çalışılan materyallerle ilgili verilerin doğru yorumlanması da önemlidir (Alani ve Toh, 1997).

Restoratif diş hekimliği prosedürlerinin ilk dönemlerinde, klinisyenler restoratif materyaller için mekanik tutuculuk elde etmek amacıyla sadece enfekte değil aynı zamanda

sağlıklı diş dokularını da kaldırma eğilimindeydi (Black, 1917). Diş hekimliğinde, son zamanların en önemli gelişmelerinden biri, ilk kez Buonocore (1955) tarafından tanıtılan fosforik asit ile mine ve dentinin pürüzlendirilmesinin keşfedilmesidir (Retief, 1973). Böylelikle, sentetik rezinlerin diş dokularına bağlanması mümkün hale gelmiştir (Özcan vd., 2012).

1.2.3.3.1. Cam İyonomerlerde Adezyon

Çocuk diş hekimliğinde kullanılan diğer restoratif materyallerde olduğu gibi, cam iyonomer içerikli restoratif materyallerde de ideal seviyede adezyon için, temiz bir kavite yüzeyi ve bu yüzeyin adezivle tam olarak ıslatılması bir ön koşuldur (Lin vd., 1992). Cam iyonomer materyallerdeki adezyon temel anlamda iki aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşamada, mikromekanik bir bağlanma söz konusudur. Bu bağlanmanın mekanizması incelenecek olursa, alkenoik asidin diş yüzeyinde oluşturduğu yüzeyel bir demineralizasyonun ardından, hidroksiapatit ile örtülü kollajenlerin yüzeyel hibridizasyonu ile bir bağlanma meydana gelmektedir (Kurtoğlu, 2012). İkinci aşamada ise, polialkenoatın karboksil ucuyla ortaya çıkan kollajenin çevresindeki hidroksiapatit yapının kalsiyum molekülleri arasında iyonik bağ oluşumuna bağlı kimyasal bir bağlanma gerçekleşir (Kurtoğlu, 2012). Cam iyonomerlerde istenilen seviyede bir adezyonun elde edilmesi için, restoratif materyalin yerleştirilmesinden hemen önce %15-40 dilüsyonunda poliakrilik asit materyalinin kavite yüzeylerine tetbik edilmesi önemlidir (Van de Voorde vd., 1988). Ancak bu prosedürlere ait öneriler, literatürdeki birçok farklı çalışmada değişiklik göstermekte olup, bu konuda bilimsel bir fikir birliği bulunmamaktadır.

Literatürde cam iyonomer materyallerin kaviteye uygulanmalarından önce kavite yüzeylerindeki smear tabakasının kaldırılması önerilmektedir (Demirel vd., 2023). Smear tabakası, manuel ya da döner alet kullanımı yoluyla dişin dentin dokusunda oluşturulan kavite preparasyonu sırasında dokudan uzaklaştırılan tübül içi ve çevresi dentin matriksi ve içeriği, mine parçacıkları, dentinal sıvılar, tükürük ve bakteri ihtiva eden debristen oluşan ve 2 µm kalınlığında bir tabaka olarak tanımlanmaktadır (Demirel vd., 2019; Pashley, 1992). Smear tabakasının bulunması ve restoratif prosedürlerde kaldırılmaması, bu materyallerin diş dokusu ve özel dentin yüzeylerine adezyonunu azaltmaktadır (El-Askary ve Nassif, 2011; Glasspoole vd., 2002). Bununla birlikte, etkili bir adezyon sağlayabilmek için diş dokusu ile cam iyonomer siman arasında yakın bir temas gereklidir (Yılmaz vd., 2005). Kavite şartlandırıcı olarak tanımlanan ve daha çok dentinde olmak üzere diş sert dokularının yüzeyinde oluşan

smear tabakasını kaldırarak cam iyonomer restoratiflerin kavite yüzeylerine adezyonunu artıran materyaller son dönemde popülerlik kazanmıştır (Demirel vd., 2023; Yılmaz vd., 2005).

Literatürdeki güncel çalışmalar incelendiğinde cam iyonomer restoratif materyallerin kaviteye adezyonunu ve buna bağlı olarak adaptasyon kalitesini arttırabilmek için çeşitli şekillerde ön yüzey hazırlığı işlemlerinin yapıldığı görülmektedir. Bu kapsamda, kavite şartlandırıcı olarak isimlendirilen farklı konsantrasyonlarda farklı materyallerin kullanıldığı görülmüştür.

1.2.3.4. Marjinal ve İnternal Adaptasyon

Dental materyallerin diş dokusuna uyumunu ve tedavi başarısını etkileyen faktörlerden biri kavitenin tasarımıdır. C faktör bağlanılan alanın bağlanılmayan serbest alana oranı şeklinde kabul edilir ve kavite tasarımının bağlanma üzerindeki etkisini belirten bir ölçüdür. Bağlanılan alan oransal olarak bağlanılmayan alandan ne kadar fazla ise polimerizasyona bağlı büzülme ile ortaya çıkan stres o oranda daha fazla olur. Bir diğer deyişle C faktörü arttıkça polimerizasyon büzülmesi ile oluşan stres birikimi artar (Feilzer, 1987). C faktörü 3/1'den büyük faktör değeri gösteren kaviteler bağlanma için uygun değildir (Davidson vd., 1984). Bu durum her ne kadar özellikle rezin içerikli materyaller için önemli olsa da cam iyonomer restorasyonlar da sertleşirken yapılarında gözlenen değişimler düşünüldüğünde tedavi başarısı üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Restorasyonların başarısını değerlendirirken dolgu ile diş arasındaki bağlanmanın ve adaptasyonun derecesinin tespiti önemli bir parametredir. Bulunan uyumsuzlukları belirlemek için farklı referans noktalar (restorasyonların iç yüzeylerinde, marjinlerinde ya da restorasyonların dış yüzeylerinde) belirlenerek ölçümler kaydedilir. Restorasyonun iç yüzeyiyle kavitenin aksiyal yüzeyleri arasındaki ölçümler internal aralıklar ya da internal boşluklar olarak değerlendirilmektedir. Belirtilen bu ölçümler restorasyon kenarlarında gerçekleştirildiğinde marjinal aralıklar ya da marjinal boşluklar olarak anılmaktadır. Restorasyon yüzeylerinin çıkış yönüne dikey olarak, horizontal marjinal uyumsuzluk, paralel olarak ise vertikal marjinal uyumsuzluk değerleri de ölçülebilmektedir (Conrad vd., 2007; Holmes vd., 1989).

Belirtildiği üzere cam iyonomerlerin başarılarını çoğunlukla in-vitro koşullar altında değerlendirmeyi hedefleyen temel testler bulunmasına karşın, diğer restoratif materyallerde olduğu gibi cam iyonomerlerde de adezyon ve adezyon ile ilişkili testler oldukça önemli olup klinik kullanım için önemli ipuçları sunmaktadır. Ek olarak, cam iyonomer restorasyonlarda kavite yüzeyleri ile restoratif materyal arasındaki internal adaptasyon başarısızlığına işaret eden internal boşlukların uzun vadede restorasyonun da başarısızlığı ile sonuçlanması durumu araştırılması ve geliştirilmesi gereken bir konudur (Demirel vd., 2023). Bu kapsamda, cam iyonomer restorasyonlarda hem adezyonu güçlendirmek hem de bu sayede internal adaptasyon kalitesini artırmak için kavite yüzeylerine uygulanan ve kavite şartlandırıcı olarak isimlendirilen bu ajanların kullanımı son yıllarda artış göstermiştir. Literatürde bu konuda henüz yeterli düzeyde kanıta dayalı veri bulunmamasına rağmen, cam iyonomer restorasyonların kaviteye uygulanmasının hemen öncesinde kullanılan kavite şartlandırıcı materyaller ile ilgili temel bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

1.3. Kavite Şartlandırıcılar

Diş hekimliğinde, cam iyonomer restoratiflerin kaviteye adezyonlarını artırmak, böylelikle klinik olarak mikrosızıntıyı ya da post-operatif hasssiyeti azaltmak, internal adaptasyon başarısını artırmak ve ileri dönemde oluşabilecek pulpal hastalıkların gelişimini engellemek için geçmişten bu yana farklı kavite şartlandırıcılar kullanılmış olup, bu materyaller genellikle asit solüsyonları şeklindedir. Nitekim, Powis vd. (1982) 15 farklı kavite şartlandırıcının cam iyonomer restoratiflerin dentin ve mineye adezyonu üzerine etkilerini değerlendirmiştir. Genel olarak, kavite yüzeylerini şartlandırmak için %15-40 poliakrilik asit, %5-12 sitrik asit, %10-25 akrilik asit, %17 Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA) ya da %35-37 fosforik asit gibi farklı malzemeler kullanılarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Castro ve Feigal, 2002; Duarte Jr ve Saad, 2008; Glasspoole vd., 2002; Gordan, 2000; Liberman vd., 1990; Van de Voorde vd., 1988). Birçok araştırmanın sunduğu bilimsel bulgulara göre, mikrosızıntı miktarında azalma ve cam iyonomer materyallerin kavite yüzeylerine olan bağlanma kuvvetinde artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Castro ve Feigal, 2002; Cortes vd., 1993; Di Nicoló vd., 2007; Glasspoole vd., 2002; Hotz vd., 1977; Tanumiharja vd., 2000; Yılmaz vd., 2005). Buna karşın, bazı araştırmalarda ise cam iyonomer restoratiflerin kendi asidik yapısının smear tabakasını kısmen çözdüğü ve bağlantının bu şekilde artırıldığı bulgusu sunulmaktadır. Bu doğrultuda, bu araştırmaların bir sonucu olarak kavite şartlandırıcı kullanmanın bağlantıyı artırıcı bir yönünün bulunmadığı belirtilmektedir (Aboush ve Jenkins,

1987; Hewlett vd., 1991; Tanumiharja vd., 2000). Öte yandan, bu farklılığa neden olacak temel etkenin, rezidüel dentin kalınlığı olabileceği de vurgulanmaktadır (Mazaheri vd., 2015).

Castro ve Feigal (2002) ve Yılmaz vd. (2005) tarafından yapılan Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) çalışmaları sonucu; yüksek viskoziteli bir cam iyonomer olan Fuji IX ile restore edilen kavitelere farklı kavite şartlandırıcıların uygulanmasının ardından mine-restorasyon arayüzünde mikrosızıntı oluşumunda azalma olduğu gösterilmiştir. Bu kapsamda, çocuk diş hekimliğinde kullanılan farklı kavite şartlandırıcıların detaylı şekilde irdelenmesi oldukça önemli ve gereklidir.

1.3.1. Kavite Şartlandırıcı Olarak Kullanılan Ajanlar

Cam iyonomer restoratif materyallerin kavite yüzeylerine uygulanmasının hemen öncesinde kullanılan kavite şartlandırıcılar genellikle asit yapıda materyaller olup, bu kapsamda farklı etki mekanizmasına sahip ajanların kullanıldığı görülmektedir (Chen vd., 2006; Demirel vd., 2023; Powis vd., 1982; Yılmaz vd., 2005).

1.3.1.1. Poliakrilik Asit

Poliakrilik asit cam iyonomer restoratiflerin kompozisyonunda bulunan bir asit olup, hem materyalin üreticisinin önerdiği, hem de bilimsel çalışmalara en çok konu olan kavite şartlandırıcı materyal olarak kabul edilmektedir (Sharafeddin vd., 2016). Poliakrilik asitin kavite yüzeylerine uygulanması ile hidroksiapatit kristalleri arasında kimyasal bir reaksiyon gerçekleşir ve özellikle dentin dokusu yüzeyinde kısmi bir demineralizasyon gerçekleşerek smear tabakasının eliminasyonu sağlanır (Demirel vd., 2023; Sharafeddin vd., 2016). Bu amaçla, ideal bir kavite şartlandırıcı olduğuna inanılan poliakrilik asidin çeşitli konsantrasyonlarda kullanılması farklı bilimsel çalışmalarda önerilmiştir (Falahzadeh vd., 2011; Sharafeddin vd., 2016). Poliakrilik asit smear tabakasının kaldırılmasının yanı sıra, bağ mukavemetini en üst düzeye çıkarır ve dentinin ıslanabilirliğini arttırarak dentin ile iyon değişiminin iyileştirilmesini mümkün kılar (Powis vd., 1982). Ancak, birçok çalışmada sunulan konsantrasyon önerisi ve farklı uygulama süreleri bu konuda bilimsel bir fikir birliği bulunmadığını göstermektedir. Bishara vd. (2000) mine dokusuna 20 sn. boyunca uygulanan %10 ve %20 poliakrilik asit kullanımı sonucunda bağlanma dayanımını değerlendirmiştir. Araştırmacılar konsantrasyonun %10'dan %20'ye çıkarılmasının mineye bağlanma mukavemetini önemli ölçüde arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Cam iyonomer restoratiflerin dentine olan adezyon kalitesini artırmak için, geleneksel poliakrilik asite bir alternatif bulunmaya çalışılmıştır (Hamama vd., 2014; Mauro vd., 2009; Shashirekha vd., 2012). Hamama ve diğerlerinin (2014) daimi dişler üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, dentin üzerinde %37 fosforik asit ve %25-30 poliakrilik asit kullanımının etkileri araştırılmıştır. Araştırmacılar, fosforik asidin bağlanma dayanımına olan etkilerinin poliakrilik asitteki kadar olumlu olmadığını belirtmiştir.

Cam iyonomer restoratiflerin kaviteye uygulanmasından önce sıklıkla kullanılan bir materyal olan poliakrilik asit ile ilgili olarak, bilimsel çalışmalarda henüz net bir protokol ortaya konulmamıştır. Bu nedenle, poliakrilik asidin hem kendi içinde farklı konsantrasyonlarının hem de diğer kavite şartlandırıcı materyallerle olan karşılaştırmalarının ileri çalışmalarla doğrulanması gerekliliği mevcuttur.

1.3.1.2. EDTA

EDTA şelasyon yapıcı bir ajan olup, smear tabakasının mineralize/inorganik kısmını etkili bir şekilde uzaklaştırmaktadır. EDTA katı formdadır ve suda çözünür özellik gösterir. Çoğu dental işlemden uygulamadan hemen önce çözeltisi hazırlanarak kullanılır. EDTA'nın şelasyon kabiliyeti, yapısındaki di ve tri katyonik metal iyonlarının (demir ve kalsiyum gibi) sekestrasyonu sayesinde mümkün kılınmaktadır (Erik vd., 2018; Demirel vd., 2019; Demirel, 2021a).

EDTA inorganik doku çözme kapasitesine sahip olup, tek başına smear tabakasının organik kısmının uzaklaştırılmasında tam olarak etkili değildir. Bu nedenle, smear tabakasının uzaklaştırılmasına yönelik çalışmalarda diğer alternatif ajanlarla karşılaştırılmaktadır (Erik vd., 2018; Demirel vd., 2019; Demirel, 2021a). EDTA'nın cam iyonomer restorasyon uygulamaları öncesinde kavite şartlandırıcı olarak kullanılan bir materyal olduğu bilinmekle beraber, birçok çalışmada farklı maddelerle olan karşılaştırmalı sonuçları ele alınmaktadır. Mazaheri vd. (2015) %20 akrilik asit, %35 fosforik asit, %12 sitrik asit ve %17 EDTA olmak üzere dört farklı kavite şartlandırıcıyı süt dişlerine uygulayarak, yüksek viskoziteli cam iyonomer ile gerçekleştirdikleri restorasyonlarda oluşan mikrosızıntıyı değerlendirmişlerdir. Mikrosızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunduğu ve en az mikrosızıntı miktarının %20 akrilik asit ile %17 EDTA kullanıldığında olduğu rapor edilmiştir. Bu sonucun ışığında, araştırmacılar daha iyi bir mikromekanik adezyon için %17 EDTA ve %20 akrilik asidin iyi bir alternatif olabileceği sonucuna varmışlardır.

Cam iyonomer restoratiflerin kaviteye uygulanmasından önce, EDTA'nın kavite şartlandırıcı olarak kullanımına dair kanıtlar ne yazık ki yeterli sayıda değildir. Bu nedenle, kavite şartlandırıcı olarak EDTA kullanımına ve EDTA'nın konsantrasyonuna dair henüz net bir protokol ortaya konulamamıştır.

1.3.1.3. Fosforik Asit

Fosforik asit smear tabakasını kaldırırken aynı zamanda kalsiyum ve fosfor gibi yüksek miktarda minerali de uzaklaştırmaktadır. Ayrıca, fosforik asidin dentin tübüllerinin girişlerini açtığı vurgulanmıştır (Mazaheri vd., 2015). Bununla birlikte, fosforik asit materyali dentin yüzeyleri üzerinde demineralizasyon yapmakta ve bir restoratif materyalin dentine daha iyi bağlanmasında rol oynamaktadır. Fosforik asitle pürüzlendirme ve adezyon işlemlerinde, mikromekanik retansiyon için kollajen fibril ağını açığa çıkarmak amacıyla %32 ile %37 arasında fosforik asit kullanımı önerilmektedir (Nakabayashi ve Pashley, 1998). Fosforik asitler, rezin restorasyonlardan önce kavite yüzeylerine farklı konsantrasyonlarda uygulanmıyor olsalar ve literatürel düzeyde yeterli miktarda kanıta dayalı veri olmasa da, fosforik asitin cam iyonomer restorasyonların uygulanmasından önce kavite şartlandırıcı olarak kullanımına dair çalışmalar bulunmaktadır.

Fosforik asitin kavite şartlandırılmasında kullanımı sonrasında, diğer ajanlara oranla yüksek viskoziteli cam iyonomer restoratif materyallerin dentin yüzeyine penetrasyonlarını artırdığı ve daha kabul edilebilir bir adaptasyon kalitesi sunduğu bildirilmektedir (Suresh vd., 2023). Fosforik asidin en yaygın kavite şartlandırıcılardan biri olan poliakrilik aside göre moleküler ağırlığının daha düşük oluşu, bu nedenle peritübüler ve intertübüler dentine daha etkili penetre olma yeteneği sayesinde smear tabakasını daha iyi uzaklaştırdığı ve adaptasyonu artırdığı da bildirilmektedir (Kharouf vd., 2019; Sakaguchi ve Powers, 2012; Suresh vd., 2023). Literatürde fosforik asit materyalinin cam iyonomerlerin kaviteye uygulanmasından önce kullanımları ile ilgili olarak karşıt görüşler ve bulgular da mevcuttur. Mazaheri vd. (2015) %20 akrilik asit, %35 fosforik asit, %12 sitrik asit ve %17 EDTA olmak üzere 4 farklı kavite şartlandırıcıyı süt dişlerine uygulayarak, yüksek viskoziteli cam iyonomer ile gerçekleştirdikleri restorasyonlarda oluşan mikrosızıntıyı değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, çalışma sonuçlarına göre en avantajlı bulguların %20 akrilik asit ve %17 EDTA yönünde olduğu, fosforik asit açısından bu başarının sağlanamadığını vurgulamıştır. Benzer şekilde, Hamama vd. (2014) fosforik asidin kavite şartlandırıcı olarak kullanımı

sonrasında bağlanma dayanımındaki olumlu etkilerin poliakrilik asitteki kadar olumlu olmadığını belirtmiştir.

1.3.1.4. Maleik Asit

Maleik asit, adeziv diş hekimliğinde kavite şartlandırıcı olarak kullanılan hafif güçte bir organik asittir (Ravikumar vd., 2014). Restoratif prosedürlerde kullanımında, smear tabakasını kaldırma özelliğine sahip olduğu bulunmuştur (Ballal vd., 2011). Ballal vd. (2011), %7 maleik asit kullanımı sonucu smear tabakasının etkin şekilde kaldırılabilirliğini bildirmiştir. Maleik asitin, cam iyonomerlerin uygulanmasından önce kavite şartlandırıcı olarak kullanımlarını içeren çok az sayıda çalışma mevcut olup, literatürel düzeyde yeterli kanıtlar bulunmamaktadır. Shashirekha vd. (2012) daimi dişlerde ışıkla sertleşen cam iyonomer uygulaması öncesinde, kavite şartlandırıcı olarak %10 poliakrilik asit, %10 maleik asit ve %5.25 sodyum hipoklorit kullandıkları çalışmalarında restoratif materyallerin makaslama dayanımlarını karşılaştırmıştır. Araştırmacılar, %10 maleik asidin makaslama dayanımı açısından en optimal sonuçları sunduğunu bildirmiştir.

1.3.1.5. Sitrik Asit

Sitrik asit zayıf bir organik asit olup, smear tabakasını etkin bir şekilde uzaklaştıran bir ajandır. Bu etkisi nedeniyle, cam iyonomer restoratiflerin kavite yüzeylerine uygulanmasından önce kavite şartlandırıcı olarak kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (Demirel vd., 2019; Mazaheri vd., 2015; Yüksel vd., 2020). Mazaheri vd. (2015) %20 akrilik asit, %35 fosforik asit, %12 sitrik asit ve %17 EDTA olmak üzere 4 farklı kavite şartlandırıcıyı süt dişlerine uygulayarak, yüksek viskoziteli cam iyonomer ile gerçekleştirdikleri restorasyonlarda oluşan mikrosızıntıyı değerlendirmişlerdir. Mikrosızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunduğu ve en az mikrosızıntı miktarının %20 akrilik asit ile %17 EDTA kullanıldığında olduğu rapor edilmiştir. Bu sonucun ışığında, araştırmacılar daha iyi bir mikromekanik adezyon için %17 EDTA ve %20 akrilik asidin iyi bir alternatif olabileceği sonucunu vurgulamıştır. Bununla beraber, sitrik asidin kök dentinindeki smear tabakasını kaldırma potansiyelini inceleyen çok sayıda araştırma mevcut olsa da (Demirel vd., 2019), kavite yüzeylerindeki etkilerine dair sınırlı kanıt bulunmaktadır.

1.3.1.6. Klorheksidin Diglukonat

Restoratif diş hekimliği prosedürlerinde, klorheksidin diglukonatın da cam iyonomer uygulamalarından önce kavite şartlandırıcı olarak kullanılabileceğine dair raporlar bulunmaktadır. Powis vd. (1982), 60 sn. süreyle uygulanan %0.1 klorheksidin glukonat dahil olmak üzere 15 farklı kavite şartlandırıcının cam iyonomerler ile mine veya dentin arasındaki adezyon kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Buna göre, diş yüzeyinde %0,1 klorheksidin diglukonat ile yüzey hazırlığının olumlu sonuçlandığı bildirilmiştir.

Lugassy vd. (2018) yaptığı çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde ise, 20 sn süreyle uygulanan %2 klorheksidin diglukonatın marjinal örtücülük üzerinde poliakrilik asit ile aynı etkiye sahip olduğu ve mine-dentinde farklı şartlandırıcılar arasında mikrosızıntı düzeylerinde anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir. Bu bulgu, klorheksidin diglukonatın diğer kavite şartlandırıcılara göre bir avantajının olmadığını düşündürmektedir.

1.4. İnternal Adaptasyon Ölçüm ve Değerlendirme Yöntemleri

İnternal adaptasyon bir restorasyonun kavite ya da diş sert doku yüzeylerine ne düzeyde iyi bir uyum sağladığını açıklayan terimdir. Bir diğer deyimle, kavite yüzeyleri ile restorasyon arasındaki boşluklar internal adaptasyonun kalitesini belirler (Han vd., 2016; Han vd., 2019). Bu kapsamda, çalışılması planlanan örneklerde çeşitli boyama yöntemleri kullanılarak restorasyon ile kavite duvarları arasındaki boşluklar ölçülebilir ya da buna ek olarak diş-restorasyon arayüzü SEM ya da Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT) ile incelenebilir. Yüzdesel olarak arayüzdeki boşluk miktarı çeşitli hesaplama ve dönüştürme formülasyonları uygulanarak hesaplanmaktadır (Chailert vd., 2018). Her ne kadar geçtiğimiz dönemlerde SEM ile internal adaptasyon analizleri yapılmış olsa da, SEM tekniğinin iki boyutlu olması, incelenen alanlarda üç boyutlu olarak detaylı veri analizine imkan vermemesi ve hacim hesaplamalarının yapılamıyor olması yöntemin en kritik dezavantajlarından biridir (Dionysopoulos ve Koliniotou-Koumpia, 2014; Frankenberger vd., 1999; Kaczor-Wiankowska vd., 2020). Özellikle son yıllarda, Mikro-BT internal adaptasyonu değerlendirmek için kullanılmaya başlanan minimal invaziv yöntemlerden biridir (Sun vd., 2009; Tosco vd., 2022). Bu kapsamda, Mikro-BT verileri üç boyutlu olarak yeniden yapılandırılabilir ve böylece nesnenin şekli ya da uzaydaki konumu ne olursa olsun, hava

kabarcıklarına benzer biçimde izlenen boşlukların neden olduğu adaptasyon eksikliği şeklindeki oluşumlar hakkında non-invaziv olarak herhangi bir kesit alınmadan niteliksel ve niceliksel değerlendirmeler yapılabilir (Ersen vd., 2020; Tosco vd., 2022). Ayrıca, Mikro-BT'nin incelenen örneklerde internal boşlukların hacmini kesin olarak sunması ve bu kapsamda güvenilir bir değerlendirme yapılabilmesi de yöntemin avantajları arasındadır (Kim ve Park., 2014; Néma vd. 2024; Sampaio vd., 2017; Tosco vd., 2022). Nitekim, Mikro-BT tarama verileri, hassas hacim hesaplamalarını kolaylaştıran üç boyutlu bir model oluşturmak için kullanılır. Bu sayede, doğruluğu ve güvenilirliği yaygın olarak kabul edilen Mikro-BT tekniği günümüzde dental yüzey-restorasyon arayüzünü incelemek ve boşlukları ölçmek için kullanılan altın standart bir yöntemdir.

1.5. Amaç

Belirtilen ön bilgiler kapsamında, literatürde cam iyonomer esaslı restoratif materyallerin uygulanması öncesinde kavite şartlandırıcı ajanların kullanımlarına yönelik henüz net bir fikir birliği ve klinik protokolün geliştirilemediği görülmektedir. İlişkili kanıtlar ve kaynaklar incelendiğinde, süt dişlerinin cam iyonomer esaslı restorasyonlarına yönelik yeterince çalışma ve kanıt bulunmadığı, çalışmaların yöntem ve materyal tercihi yönünden standardize edilmediği ve çalışma prosedürlerinin oldukça farklı dizaynlarda kurgulandığı tespit edilmektedir. Bu kapsamda, in-vitro olarak planlanan bu tez çalışması dahilinde, cam iyonomer esaslı restoratif materyallerin kullanımları öncesinde internal adaptasyon kalitesi olarak uygun sonuçlar sunabilecek bir kavite şartlandırıcı materyalin tespit edilmesi planlanmıştır. Bu noktadan hareketle, bu tez çalışmasında süt dişlerinin farklı cam iyonomer restorasyonlarından önce kaviteye uygulanan farklı kavite şartlandırıcıların restorasyonların internal adaptasyonuna olan etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasının dahilinde birden fazla H0 (Sıfır hipotezi ya da başlangıç hipotezi) hipotezi belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

1.H0 Hipotezi: Cam hibrit restoratif materyal uygulanan örneklerde, dört farklı kavite şartlandırıcı arasında anlamlı farklılık yoktur.

2.H0 Hipotezi: Geleneksel cam iyonomer restoratif materyal uygulanan örneklerde, dört farklı kavite şartlandırıcı arasında anlamlı farklılık yoktur.

3.H0 Hipotezi: Kavite şartlandırıcı olarak %10 poliakrilik asit uygulanan örneklerde, iki farklı restoratif materyal arasında anlamlı farklılık yoktur.

4.H0 Hipotezi: Kavite şartlandırıcı olarak %20 poliakrilik asit uygulanan örneklerde, iki farklı restoratif materyal arasında anlamlı farklılık yoktur.

5.H0 Hipotezi: Kavite şartlandırıcı olarak %17 EDTA uygulanan örneklerde, iki farklı restoratif materyal arasında anlamlı farklılık yoktur.

6.H0 Hipotezi: Kavite şartlandırıcı olarak %35 fosforik asit uygulanan örneklerde, iki farklı restoratif materyal arasında anlamlı farklılık yoktur.



2. GEREÇ VE YÖNTEM

Farklı kavite şartlandırıcıların kullanımlarından sonra uygulanan farklı tip cam iyonomer içerikli restorasyonların internal adaptasyonlarının Mikro-BT ile incelendiği bu tez çalışması, dört farklı kavite şartlandırıcı materyal grubunu ve bu materyallerin kaviteye uygulanmasının ardından uygulanacak olan iki farklı restoratif materyal grubunu içerecek şekilde planlanmıştır. Araştırma protokolüne ait çalışma dizaynı, etik kurul onayı, izlenen kılavuz ve yönergeler ve çalışma prosedürü aşağıda detaylı bir biçimde verilmiştir.

2.1. Etik Kurul Onayı

Bu tez çalışmasına ait araştırma prosedürü için gerekli etik kurul onayı Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 18.12.2023 tarihinde 15/13 karar numarasıyla alınmıştır (Ek-1). Çalışma prosedürlerinde çekilmiş süt dişleri kullanılmasından dolayı, dişleri kullanılacak olan tüm çocuk hastalardan ve velilerinden/bakım verenlerinden (yoksa diğer yasal temsilcilerinden) bilgilendirilmiş gönüllü onam formu alınmıştır (Ek-2: çocuk için ve Ek-3: veli/bakım veren için).

2.2. İzlenen Kılavuz ve Yönergeler

Bu çalışmadaki araştırma protokolü Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi'nde sunulan etik ilkeler gözetilerek uygulanmıştır (Shrestha ve Dunn, 2020). Bununla birlikte, bu tez çalışması in-vitro araştırmaların kalitesinin artırılması için geliştirilen CRIS (Checklist for Reporting In-vitro Studies) Kılavuzunda belirtilen önerilere bağlı kalınarak gerçekleştirilmiştir (Krithikadatta vd., 2014). CRIS kılavuzunda in-vitro araştırmalar için sunulan örneklem büyüklüğü analizi, gruplar arası anlamlı farklılıkların öngörüsü, örneklerin alokasyon ve randomizasyonu, örneklerin hazırlığı ve araştırma protokolüne dair süreçlere tabi tutulması, değerlendirmelerin kör şekilde yapılması ile istenmeyen yanlılığın önlenmesi ve kullanılan istatistiksel analizlere ilişkin kontrol listeleri yer almakta olup, çalışmamız bu adımların yürütülmesi ve kontrolünün tamamlanması ile gerçekleştirilmiştir.

2.3. Çalışma Dizaynı

Bu tez çalışması in-vitro koşullar altında planlanan randomize, kontrollü ve kör değerlendirme içeren bir araştırma dizaynı altında yürütülmüştür.

2.4. Araştırmanın Fonlanması ve Giderlerin Karşlanması

Bu tez çalışmasının tüm prosedürlerine ait sarf malzemesi giderleri ve laboratuvar analizlerine ilişkin hizmet alımları araştırmacılar tarafından karşılanmıştır.

2.5. Örneklem Büyüklüğü Analizi

Literatürde çalışmamızda kullanılan aynı materyallerle yapılan benzer çalışma bulunmadığı için örneklem büyüklüğü analizi etki büyüklüğü üzerinden hesaplanmıştır. Bu çalışmada iki farklı restoratif materyalin uygulanmasından önce kullanılması planlanan dört farklı kavite şartlandırıcı materyalin, restorasyonların internal adaptasyonuna olan etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirmesi için Tip I hata payı (α) = 0.05, etki büyüklüğü (effect size - f) = 0.4, test gücü ($1-\beta$) = 0.80 olarak kabul edilmiştir. Bu analiz sonucunda, dört farklı kavite şartlandırıcıya ait her grup için minimum 19'ar olmak üzere toplamda minimum 76 örneğin araştırma protokolüne dahil edilmesi planlanmıştır. Ancak, olası kayıplar göz önüne alınarak çalışma protokolünde 80 adet süt dişinin kullanılmasına karar verilmiştir.

2.6. Örneklerin Toplanması, Dahil Edilme Kriterleri ve Uygun Koşullarda Saklanması

Bu in-vitro tez çalışmasında kullanılan alt ya da üst süt 2. molar dişler Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı ve Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı kliniklerinden elde edilmiştir. Ortodontik tedavi amacıyla ya da alttaki daimi dişin sürmesine yakın olan olgularda süt dişinin çekim endikasyonu bulunan ve bu nedenle çekilen süt 2. molar dişler kullanılmıştır. Toplanan dişler stereomikroskop (Leica Microsystems GmbH, Leica MZ21, Wetzlar, Almanya) cihazı ile muayene edilmiş ve koronal yüzeylerinde herhangi bir kırık, çatlak, çürük ya da daha önce uygulanmış restorasyon bulunmayan dişler çalışma protokolüne dahil edilmiştir. Bununla beraber, köklerin furkasyon bölgesinden itibaren yarıdan fazla oranda rezorpsiyona uğramamış olması şartı arandığından, bu orandan daha fazla rezorpsiyon

içeren dişler çalışma dışı bırakılmıştır. Koronal ve radikal bölgelerinin incelenmesini takiben çalışma protokolüne dahil edilme onayı alan dişler saklama ortamına transfer edilmeden hemen önce, tüm diş yüzeyleri akan su altında yıkanarak kan ve doku artıklarından temizlenmiştir. Bunun ardından, dişler tez çalışmasına ait deney sürecine kadar %0,5 kloramin-T solüsyonunda bekletilmiştir. Çalışmada kullanılan dişlere ait örnekler Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan diş örnekleri

2.7. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi

Araştırma protokolünde dört farklı kavite şartlandırıcının (1 kontrol, 3 deney grubu) kullanımının ardından uygulanan iki farklı restoratif materyalin kavite yüzeyleri ile olan internal adaptasyonlarının değerlendirilmesi planlanmış ve bu kapsamda oluşturulan çalışma grupları aşağıda belirtilmiştir. Çalışma protokolüne dahil edilen 80 diş dört farklı kavite şartlandırıcı grubuna randomize olacak şekilde atanmıştır (birincil randomizasyon). Birincil randomizasyon www.randomizer.org web sitesinde yer alan randomizasyon yazılımı ile yapılmıştır.

Grup 1: %10 Poliakrilik Asit (n=20) (Deney Grubu)

Grup 2: %20 Poliakrilik Asit (n=20) (Kontrol Grubu)

Grup 3: %17 EDTA (n=20) (Deney Grubu)

Grup 4: %35 Fosforik Asit (n=20) (Deney Grubu)

2.8. Kaviteilerin Hazırlanması

Kloramin-T solüsyonunda bekletilen dişler, hava su spreyi altında 5 sn. yıkanarak üzerindeki kaba artıklar uzaklaştırılmıştır. Sonrasında diş sert dokuları üzerindeki birikintiler ve yumuşak doku artıkları bir periodontal küret yardımı ile giderilmiştir. Bu aşamanın ardından, dişlerin bukkal yüzeylerine Sınıf V kavitelerin açılması işlemine geçilmiştir. Kavite hazırlığı için, yüksek hızlı döner alet (aerotor) ve keskin uçlu elmas fissür frez (141H010, Meisinger, Almanya) su soğutması altında kullanılmış, ilgili frez her 10 dişte bir yenisiyle değiştirilmiştir. Bu şekilde, tüm dişlerin bukkal yüzeylerine 3 x 3 mm uzunluğunda ve genişliğinde ve 1.5 mm derinliğinde standart Sınıf V kaviteler açılmış, bu ebatlar bir periodontal sond yardımı ile doğrulanmıştır (Şekil 2.2). Kavitelerin mine sement seviyesinin en az 1 mm koronalinde sonlandırılmasına dikkat edilmiştir. Su altında açılan kaviteler hava su spreyiyle 5 sn. süreyle hafifçe kurutulmuştur. Kavite hazırlığının ardından, dişler aşağıda belirtildiği şekilde her örneğin atandığı kavite şartlandırıcı materyallere tabi tutulmuştur.



Şekil 2.2. Çalışmada kullanılan dişlere açılan kavite örnekleri

2.9. Kavite Şartlandırıcıların Uygulanması

Araştırma prosedürünün bu bölümünde, hazırlanan kavitelere her örneğin atandığı çalışma grubuna uygun olacak şekilde kavite şartlandırıcı materyaller aşağıda belirtilen şekillerde uygulanmıştır.

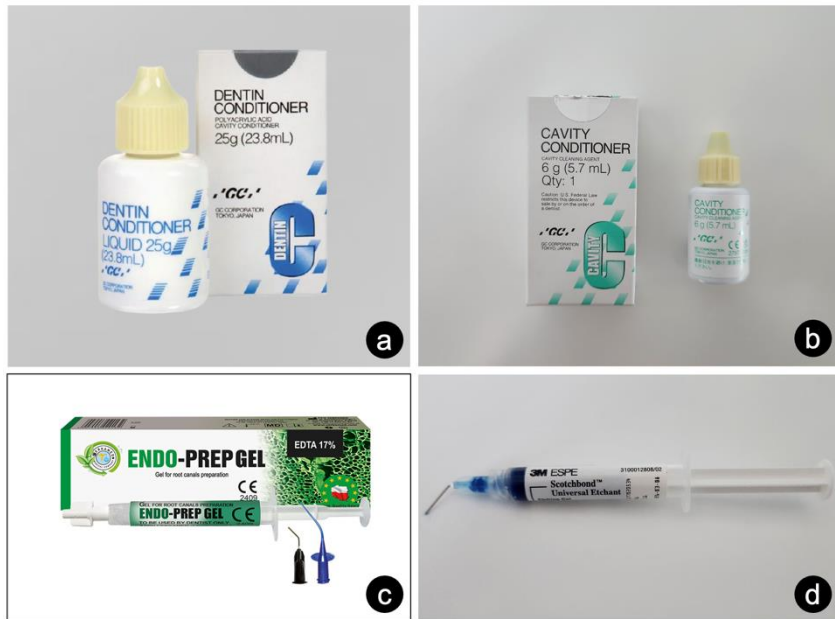
Grup 1 (%10 Poliakrilik Asit) (n=20): Bu deney grubuna ait 20 kaviteye %10 poliakrilik asit materyali (GC Dentin Conditioner, GC Amerika) bir mikro fırça yardımı ile 10 sn. boyunca uygulanmış olup, kaviteler uygulama sonrasında nazıkçe yıkanmış ve kurutulmuştur (Şekil 2.3).

Grup 2 (%20 Poliakrilik Asit, Kontrol Grubu) (n=20): Kontrol grubuna ait 20 kaviteye %20 poliakrilik asit materyali (GC Cavity Conditioner, GC Amerika) bir mikro fırça yardımı ile 10 sn. boyunca uygulanmış olup, kaviteler uygulama sonrasında nazıkçe yıkanmış ve kurutulmuştur (Şekil 2.3).

Grup 3 (%17 EDTA) (n=20): Bu deney grubuna ait 20 kaviteye %17 EDTA (Cerkamed %17 EDTA Endo-Prep Jel, Polonya) solüsyonu bir mikro fırça yardımı ile 60 sn. boyunca uygulanmış olup, kaviteler uygulama sonrasında nazıkçe yıkanmış ve kurutulmuştur (Şekil 2.3).

Grup 4 (%35 Fosforik Asit) (n=20): Bu deney grubuna ait 20 kaviteye %35 fosforik asit (3M Scotchbond Universal %35 Fosforik Asit, Amerika) bir mikro fırça yardımı ile 10 sn. boyunca uygulanmış olup, kaviteler uygulama sonrasında nazıkçe yıkanmış ve kurutulmuştur (Şekil 2.3).

Her grup için ilgili kavite şartlandırıcıların uygulanmasını takiben, restoratif materyallerin uygulanması kısmına geçilmiştir.



Şekil 2.3. Çalışmada kullanılan kavite şartlandırıcılar (**a:** %10 poliakrilik asit, **b:** %20 poliakrilik asit, **c:** %17 EDTA, **d:** %35 fosforik asit)

2.10. Restoratif Materyallerin Uygulanması

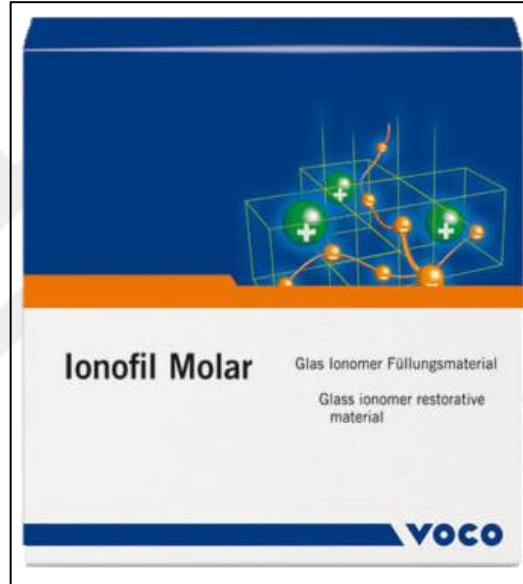
Her çalışma grubuna ait örneklerle ilgili grubun kavite şartlandırıcı materyali uygulandıktan sonra, her gruptaki diş kavitelerinin yarısı (n=10) cam hibrit restoratif materyal ile diğer yarısı (n=10) ise geleneksel cam iyonomer restoratif materyal ile restore edilecek şekilde restoratif materyal alt gruplarına randomize olarak atanmıştır (ikincil randomizasyon). İkincil randomizasyon www.randomizer.org web sitesinde yer alan randomizasyon yazılımı ile yapılmıştır. Örneklerin atandıkları gruplara göre, ilgili kaviteler cam hibrit restoratif materyali ile ya da geleneksel cam iyonomer restoratif materyal ile restore edilmiştir. Restoratif materyallerin uygulanmasına ilişkin detaylar aşağıda sunulmuştur.

Cam Hibrit Restoratif Materyal (n=10): Cam hibrit restoratif materyal ailesinin bir üyesi olan Bulk Fill Glass Hybrid Equia Forte® HT materyali (GC Corp, Amerika) bir kapsül karıştırıcıda 10 sn. boyunca karıştırılarak hazırlanmış ve sonrasında kaviteye uygulanmıştır. Uygulama prosedürlerinden 2,5 dk sonra bitim ve polisaj işlemleri için, diskler örneklerle kalından inceye doğru olacak şekilde kullanılarak uygulanmıştır (Sof-Lex® Bitirme ve Parlatma Diskleri, 3M ESPE, St. Paul, MN, Amerika). Sonrasında, yüzey örtücü olarak Equia Forte® Coat (GC Amerika Inc., Alsip, IL, Amerika) uygulanmış ve 20 sn. boyunca ışıkla polimerize edilmiştir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Çalışmada kullanılan cam hibrit restoratif materyal (Bulk Fill Glass Hybrid Equia Forte® HT, GC Corp, Amerika), nano dolduruculu rezin kaplama materyali (GC America Inc., Alsip, IL, Amerika) ve kapsül uygulama tabancası

Geleneksel Cam İyonomer Restoratif Materyal (n=10): Bir geleneksel cam iyonomer olan Voco Ionofil materyali (Voco Ionofil Molar, Voco, Cuxhaven, Almanya) kavitelere üreticisinin önerileri doğrultusunda toz ve likitin karıştırılması şeklinde hazırlanarak uygulanmıştır. Uygulama prosedürlerinden 7 dakika sonra restorasyona bitim ve polisaj işlemleri disk kullanılarak uygulanmıştır (Sof-Lex® Bitirme ve Parlatma Diskleri, 3M ESPE, St. Paul, MN, Amerika). Sonrasında Final Varnish LC (Voco, Cuxhaven, Almanya) uygulanmış ve 10 sn. boyunca ışıkla polimerize edilmiştir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Çalışmada kullanılan geleneksel cam iyonomer restoratif materyal (Voco Ionofil Molar, Voco, Cuxhaven, Germany)

Tüm restoratif işlem prosedürlerinin ardından (Şekil 2.6), tüm dişler ağız içi ısı değişimlerinin yansıtılması ve örneklerin belli bir süre yaşlandırma prosedürlerine tabi tutulmasını sağlamak amacı ile 5000 siklus olacak şekilde, termal siklus cihazında (SD Mechatronik GMBH, Feldkirchen-Westerham, Almanya) 5-55 °C arasında ısıl işleme tabi tutulmuştur (Şekil 2.7). Bu aşamadan sonra Mikro BT cihazı kullanılarak internal adaptasyon analizi uygulanması aşamasına geçilmiştir.



Şekil 2.6. Restorasyon basamakları tamamlanmış diş örnekleri (**a:** cam hibrit restoratif materyal, **b:** geleneksel cam iyonomer restoratif materyal)



Şekil 2.7. Termal siklus cihazı (SD Mechatronik GMBH, Feldkirchen-Westerham, Almanya)

2.11. Mikro-BT Taraması

Örnekler internal adaptasyon analizlerinin yapılabilmesi amacıyla Mikro-BT cihazı (Bruker Skyscan 1275, Kontich, Belçika) ile taranmıştır (Şekil 2.8). Tarama işlemleri 80 kV/125 mA X ışını gücü, 15 mikron/piksel görüntü çözünürlüğü, 1 mm Alüminyum (Al) filtre şeklindeki parametreler ayarlanarak gerçekleştirilmiştir. Taramalar 360 derece boyunca 0.2 derecelik adımlar kullanılarak yapılmıştır. Tarama sonrası yapılandırma işlemleri NRecon yazılımı (versiyon 1.7.4.2, Bruker Skyscan 1275, Belçika) aracılığıyla düzleştirme 3, halka artifact düzeltme 7 ve ışın sertleşmesi düzeltmesi %38 kullanılarak yapılandırılmıştır. Yapılandırma işlemleri sonrasında oluşan görüntüler üzerinden CTAn yazılımı ile (version

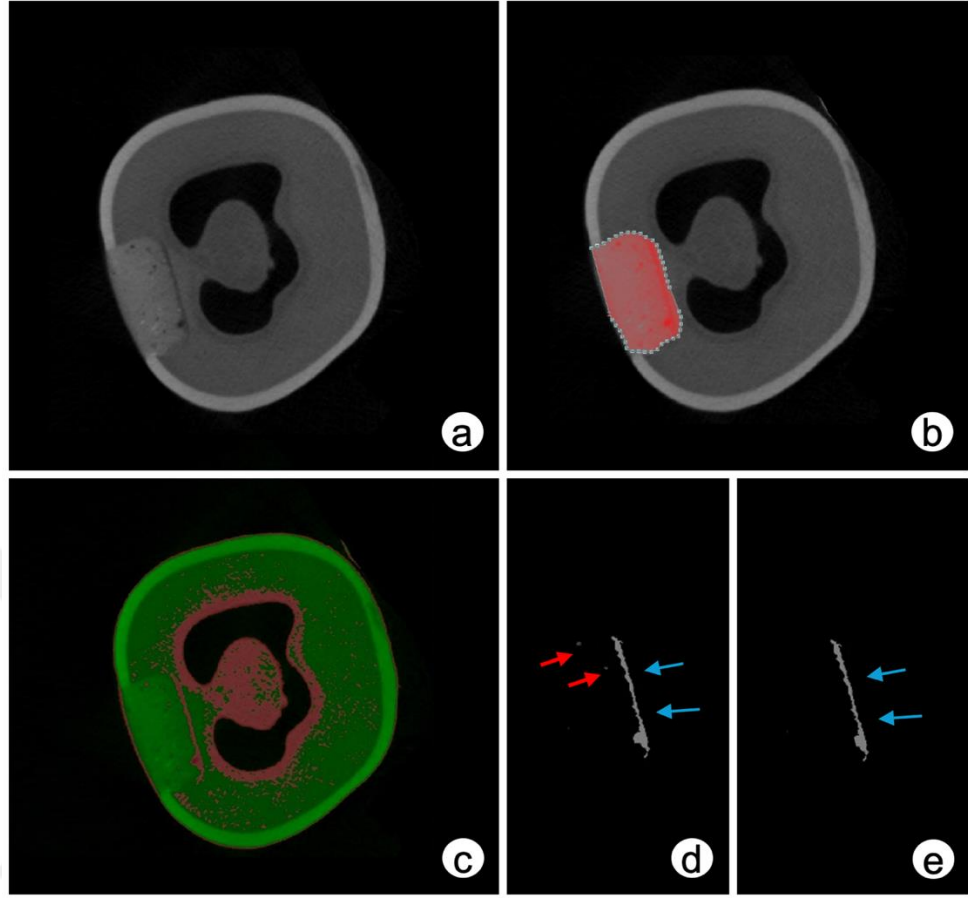
1.23.0.2, Bruker Skyscan, Belçika) ilgilenilen bölgeler seçilmiş (ROI), sonrasında tüm kaviteyi içerecek şekilde ilgilenilen hacim (VOI) olarak belirlenmiş ve analizler sadece bu bölgelerde yapılmıştır. Görüntülerin üç boyutlu incelenmesinde CTvox (version 1.23.0.2, Bruker Skyscan, Belçika) yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 2.8. Mikro-BT cihazı (Bruker Skyscan 1275, Kontich, Belçika)

2.12. İnternal Adaptasyon Analizi ve Kör Değerlendirme

Bu tez çalışmasında kullanılan örneklerle ait dentin, mine, restorasyonlar ve boşluğun segmentasyonu CTAn yazılımı kullanılarak global eşikleme (thresholding) yöntemi ile tamamlanmıştır. Eşikleme, gri tonlamalı görüntülerden yalnızca siyah/beyaz pikselleri elde etmek için kullanılmakta olup, boşluk hacimlerinin ve restorasyonların tespitine yönelik hesaplamalar için kullanılan siyah/beyaz görüntüler analiz edilmiştir. Bu yöntemle, ilgilenilen hacimler içerisinde tüm boşluk hacmi (mm^3) hesaplanmış, sonrasında ilgilenilen bölge sadece restorasyonun kendi içindeki boşlukları içerecek biçimde düzenlenmiş ve restorasyonun içindeki boşluk hacmi (mm^3) hesaplanmıştır. Daha sonra, restorasyonun kendi içinde yer alan iç boşluklar (mm^3) toplam boşluk hacminden çıkarılarak internal adaptasyon boşluğu (mm^3) elde edilmiştir (Şekil 2.9). Tüm bu işlemleri takiben, internal adaptasyon boşluğu (mm^3) toplam kavite hacmine oranlanarak internal adaptasyon başarısızlığına işaret eden internal adaptasyon boşluk yüzdesi (%) hesaplanmış ve istatistiksel analizler için kaydedilmiştir. Mikro-BT değerlendirmesi ise bu alanda deneyimli bir operatör tarafından gerçekleştirilmiş olup, örneklerin hangi gruba ait olduğunun değerlendirici tarafından bilinmemesi sağlanarak değerlendirmeler ve analizler kör bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

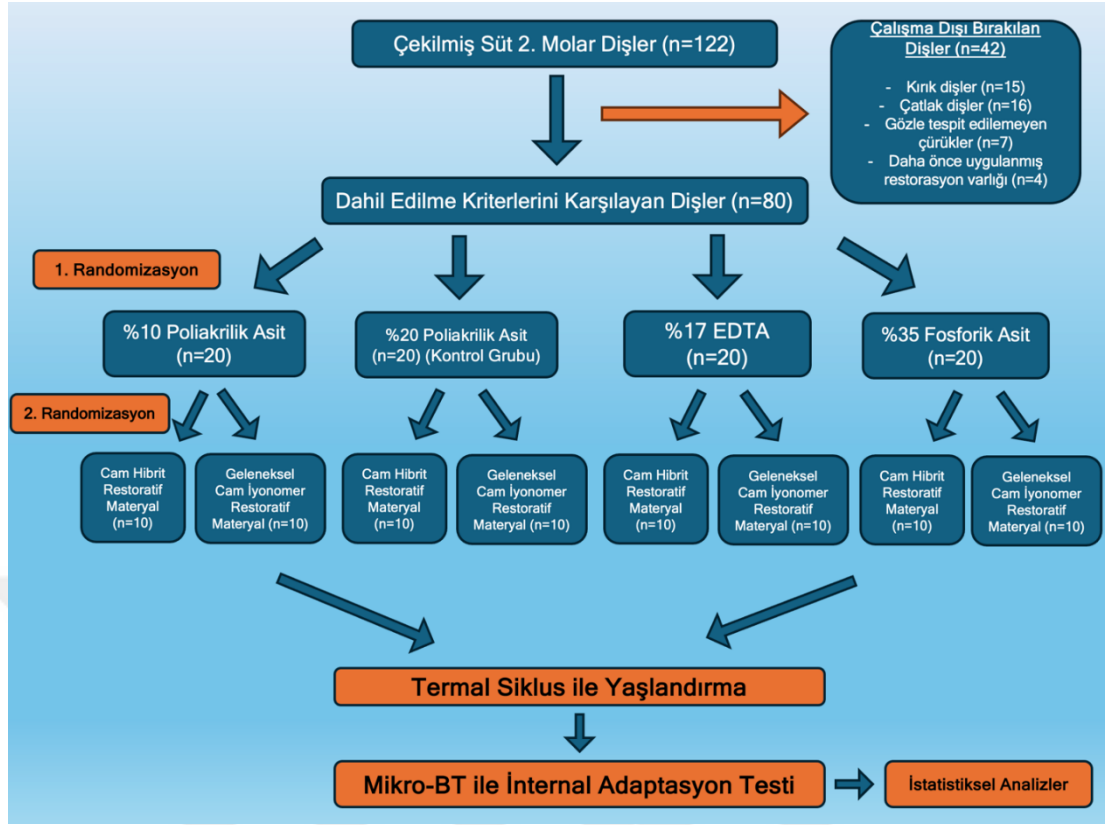


Şekil 2.9. Mikro-BT sisteminde internal adaptasyon boşluğunun hesaplanmasına ait representatif görseller. [a: diş dokuları ve restoratif materyale ait Mikro-BT görseli, b: toplam kavite hacminin seçilmesi, c: toplam kaviteden tüm boşlukların segmentasyonu, d: restorasyonun içinde yer alan iç boşlukların (kırmızı oklar) ve kavite-restorasyon arayüzünde bulunan internal adaptasyon boşluklarının (mavi oklar) hesaplanması, e: tüm boşluktan restorasyonun içinde yer alan iç boşlukların çıkartılarak internal adaptasyon boşluklarının (mavi oklar) hesaplanması]

2.13. İstatistiksel Analizler

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS 22 yazılımı ile analiz edilmiştir. Elde edilen verilerin normal dağılmaması kaynaklı olarak iki gruplu istatistiksel karşılaştırmalarda Mann-Whitney U testi, dört gruplu istatistiksel karşılaştırmalarda ise Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık seviyesi ise 0,05 olarak alınmıştır.

Çalışmamızın metodolojik olarak tüm sürecini özetleyen akış diyagramı aşağıda Şekil 2.10'da belirtilmiş olup, dişlerin seçim sürecinden istatistiksel analizlere kadar olan tüm aşamalar ilgili diyagramda yer almaktadır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Çalışmanın metodolojik sürecini özetleyen akış diyagramı

3. BULGULAR

Çalışmamızın bulgularının ilk bölümünde, cam hibrit esaslı restoratif materyal uygulanan örneklerde, kavite yüzeyleri ile restoratif materyal arayüzünde görülen boşluk bakımından kavite şartlandırıcıların kendi aralarında istatistiksel karşılaştırmalar yapılmıştır. Kavite yüzeyi ile restoratif materyal arayüzünde görülen boşluk %10 poliakrilik asit grubunda ortalama $1,191 \pm 1,514$ iken, %20 poliakrilik asit (kontrol) grubunda ortalama $0,321 \pm 0,200$, %17 EDTA grubunda ortalama $2,438 \pm 2,558$, %35 fosforik asit grubunda ise ortalama $0,180 \pm 0,303$ olarak tespit edilmiştir. Buna göre, cam hibrit restoratif materyalin uygulandığı örneklerde internal adaptasyon kalitesi bakımından en iyi ortalama değer %35 fosforik asit grubunda gözlenirken, %17 EDTA en zayıf internal adaptasyon kalitesi sunmuştur. Cam hibrit esaslı restoratif materyal uygulanan örneklerde, kavite yüzeyi ile restoratif materyal arayüzünde var olan boşluk bakımından kavite şartlandırıcılar arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p=0,004$) (Çizelge 3.1, Şekil 3.1-3.4).

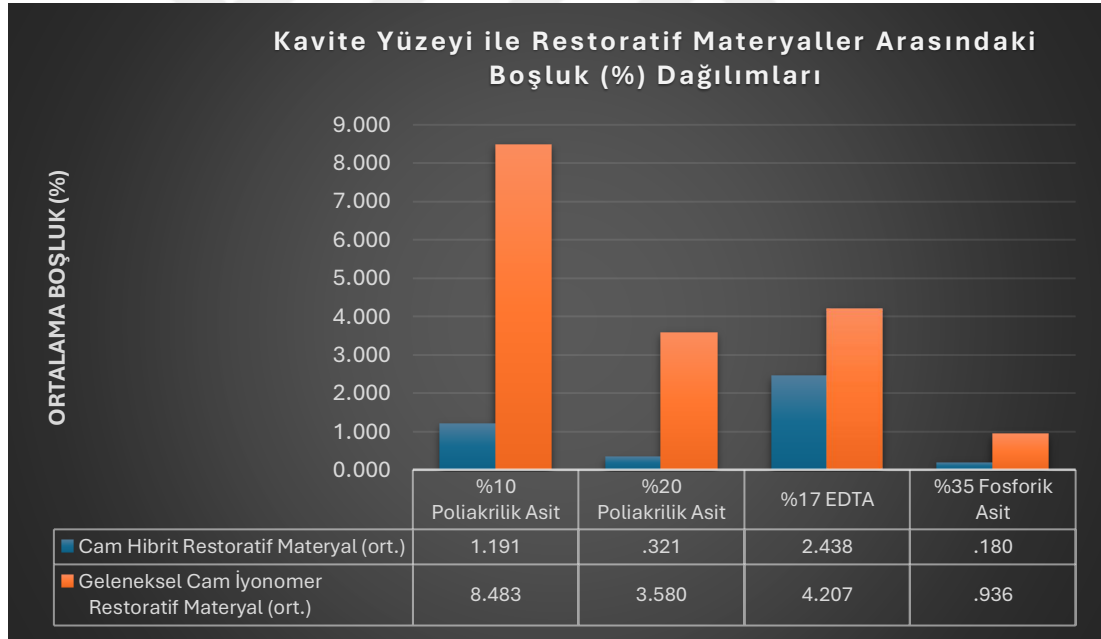
İkili gruplar arasında yapılan Post-Hoc testlerde ise %10 poliakrilik asit ile %20 poliakrilik asit arasında, %10 poliakrilik asit ile %17 EDTA arasında, %10 poliakrilik asit ile %35 fosforik asit arasında ve %20 poliakrilik asit ile %35 fosforik asit arasında istatistiksel anlamlı farklılıklar bulunmamıştır (sırasıyla $p=1,000$; $p=0,365$; $p=0,511$ ve $0,941$). Buna karşın, yapılan ikili analizlerde %20 poliakrilik asit ile %17 EDTA arasında ve %35 fosforik asit ile %17 EDTA arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmiştir (sırasıyla $p=0,029$ ve $p=0,002$). Buna göre, %17 EDTA'nın kavite şartlandırıcı olarak kullanımı ile tespit edilen boşluk değerlerinin %20 poliakrilik asit (kontrol grubu) ve %35 fosforik asit materyallerinin kullanımlarından sonra tespit edilen boşluk değerlerinden anlamlı derecede yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1, Şekil 3.1-3.4). Diğer kavite şartlandırıcı materyallerin kullanımlarından sonra kavite yüzeyi ile restoratif materyal arayüzünde tespit edilen boşluk değerleri açısından, kendi aralarında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Bu durum %17 EDTA'nın %20 poliakrilik asit (kontrol grubu) ve %35 fosforik asite kıyasla istatistiksel anlamlı bir farklılık ile daha zayıf bir internal adaptasyon kalitesi sunduğunu göstermektedir. Cam hibrit restoratif materyal uygulanan örneklerde, sırasıyla, sayısal olarak %35 fosforik asitin ve kontrol grubu olan %20 poliakrilik asitin en iyi internal adaptasyon başarısı sunan kavite şartlandırıcı materyaller olduğu, ancak kendi aralarında istatistiksel anlamlı bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir ($p=0,941$) (Çizelge 3.1, Şekil 3.1-3.4).

Çizelge 3.1. Cam hibrit esaslı restoratif materyal için, boşluk bakımından kavite şartlandırıcı materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar

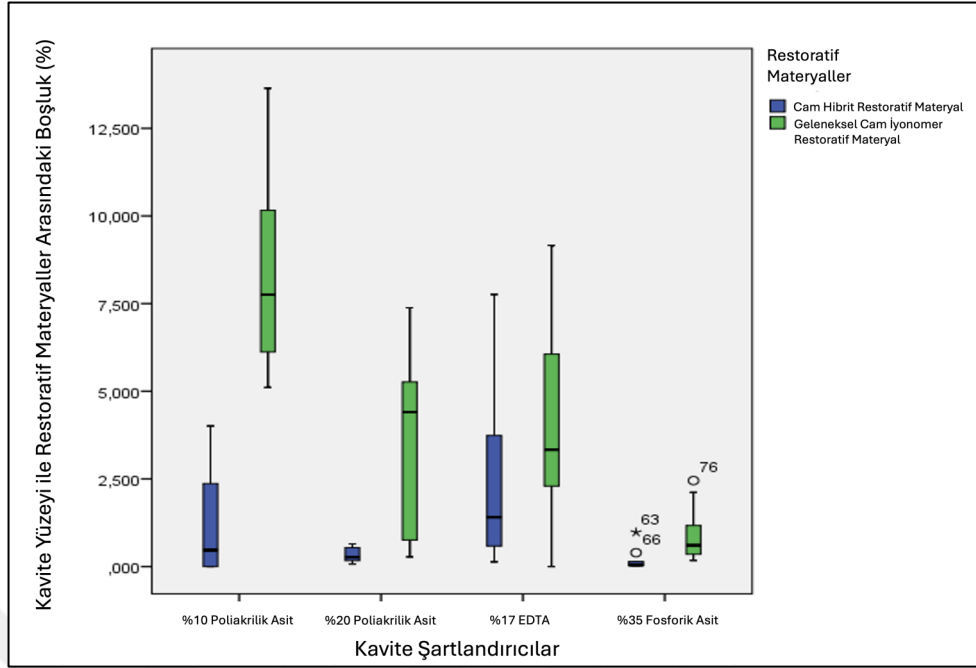
		Cam Hibrit Restoratif Materyal						Kruskal-Wallis H testi			
		N	Ort.	Ortanca	Min	Maks	SS	Sıra Ort.	Chi-Square	p	Post-Hoc İkili Karşılaştırmalar
Kavite Yüzeyi- Restoratif Materyal Arayüzünde Görülen Boşluk (%)	Grup 1: %10 Poliakrilik Asit	10	1,191	0,467	0,000	4,011	1,514	20,70	13,13	0,004	Grup 1 – Grup 2: p=1,000 Grup 1 – Grup 3: p=0,365 Grup 1 – Grup 4: p=0,511 Grup 2 – Grup 3: p=0,029* Grup 2 – Grup 4: p=0,941 Grup 3 – Grup 4: p=0,002*
	Grup 2: %20 Poliakrilik Asit (Kontrol)	10	0,321	0,266	0,072	0,645	0,200	19,10			
	Grup 3: %17 EDTA	10	2,438	1,406	0,135	7,761	2,558	30,50			
	Grup 4: %35 Fosforik Asit	10	0,180	0,046	0,020	0,978	0,303	11,70			
	Toplam	40	1,033	0,346	0,000	7,761	1,702	-			

Ort: Ortalama, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **SS:** Standart Sapma, **Sıra Ort:** Sıra Ortalaması

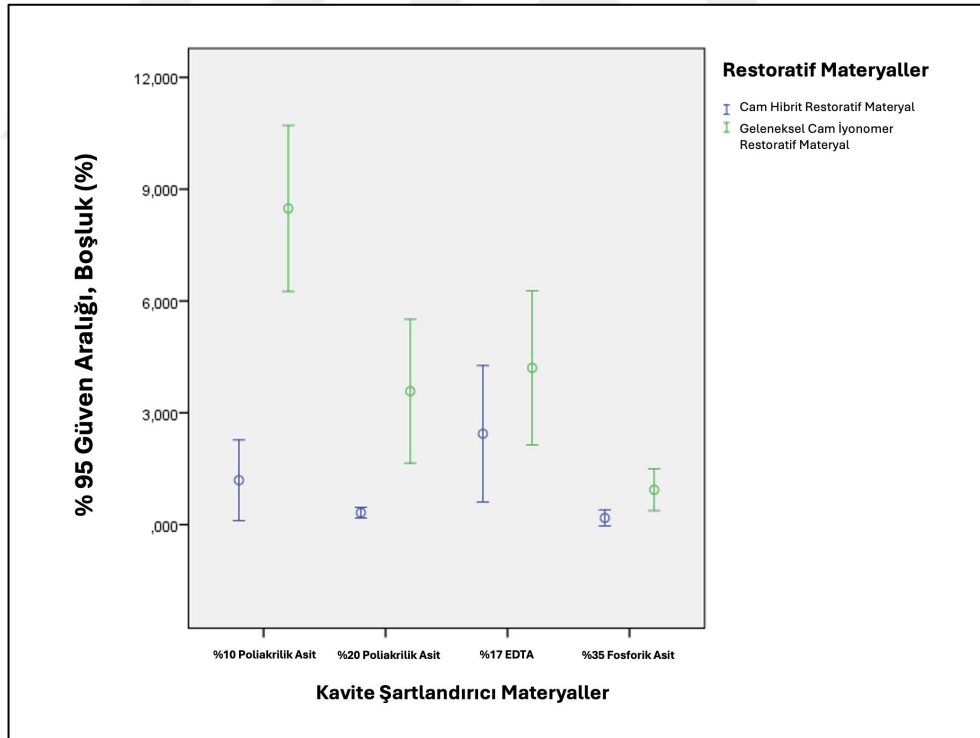
*istatistiksel anlamlı farklılığı belirtmektedir.



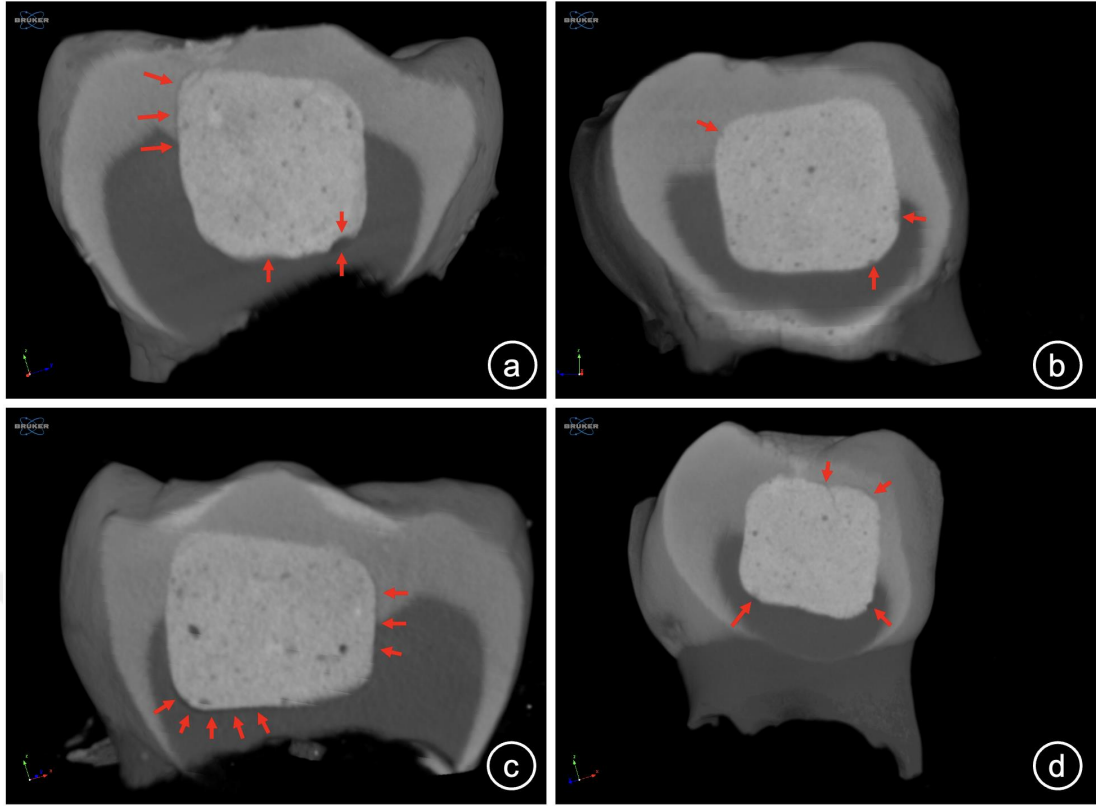
Şekil 3.1. Kavite yüzeyi ile restoratif materyaller arasındaki boşluk (%) dağılımları



Şekil 3.2. Kavite yüzeyi ile restoratif materyaller arasındaki boşluk (%) dağılımlarını her kavite şartlandırıcı materyal için gösteren kutu grafiği (box-plot).



Şekil 3.3. Her kavite şartlandırıcı ve restoratif materyal için, kavite yüzeyi ile restoratif materyaller arasındaki boşlukların ortalamalarına ilişkin %95 güven aralığı grafiği



Şekil 3.4. Farklı kavite şartlandırıcı kullanımlarından sonra cam hibrit restoratif materyal uygulanan örneklerde kavite-restoratif materyal arayüzünde oluşan boşlukları gösteren representatif görseller. [a: %10 poliakrilik asit, b: %20 poliakrilik asit (kontrol grubu), c: %17 EDTA, d: %35 fosforik asit]

Çalışmamızın bulgularının ikinci bölümünde, geleneksel cam iyonomer restoratif materyal uygulanan örneklerde, kavite yüzeyleri ile restoratif materyal arayüzünde görülen boşluk bakımından kavite şartlandırıcıların kendi aralarında istatistiksel karşılaştırmalar yapılmıştır. Kavite yüzeyi ile restoratif materyal arayüzünde görülen boşluk %10 poliakrilik asit grubunda ortalama $8,483 \pm 3,116$ iken, %20 poliakrilik asit (kontrol) grubunda ortalama $3,580 \pm 2,700$, %17 EDTA grubunda ortalama $4,207 \pm 2,889$, %35 fosforik asit grubunda ise ortalama $0,936 \pm 0,785$ olarak tespit edilmiştir. Buna göre, geleneksel cam iyonomer restoratif materyalin uygulandığı örneklerde internal adaptasyon kalitesi bakımından en iyi ortalama değer %35 fosforik asit grubunda gözlenirken, %10 poliakrilik asit en zayıf internal adaptasyon kalitesi sunmuştur. Geleneksel cam iyonomer esaslı restoratif materyal uygulanan örneklerde, kavite yüzeyi ile restoratif materyal arayüzünde var olan boşluk bakımından kavite şartlandırıcılar arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p=0,0001$) (Çizelge 3.2, Şekil 3.1-3.3, Şekil 3.5).

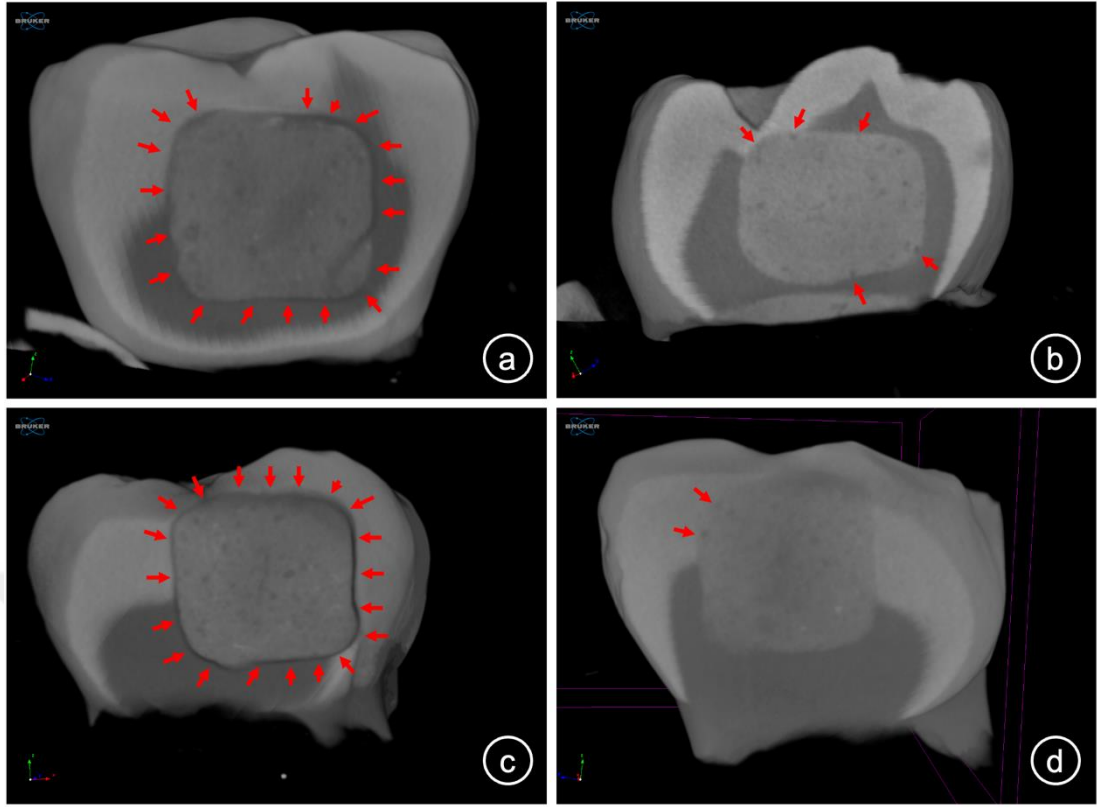
İkili gruplar arasında yapılan Post-Hoc testlerde ise %20 poliakrilik asit (kontrol grubu) ile %17 EDTA arasında ve %20 poliakrilik asit ile %35 fosforik asit arasında istatistiksel anlamlı farklılıklar bulgulanmamıştır (sırasıyla $p=1,000$ ve $p=0,061$). Buna karşın, yapılan ikili analizlerde %10 poliakrilik asit ile %20 poliakrilik asit arasında ve %10 poliakrilik asit ile %17 EDTA arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmiştir (sırasıyla $p=0,042$ ve $p=0,027$). Ek olarak, yine yapılan ikili analizlerde %10 poliakrilik asit ile %35 fosforik asit arasında ve %17 EDTA ile %35 ortofosforik asit arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmiştir (sırasıyla $p=0,0001$ ve $p=0,019$) (Çizelge 3.2, Şekil 3.1-3.3, Şekil 3.5). Buna göre, %10 poliakrilik asitin kavite şartlandırıcı olarak kullanımı ile tespit edilen boşluk değerlerinin diğer tüm kavite şartlandırıcı materyallerin kullanımlarından sonra tespit edilen boşluk değerlerinden anlamlı derecede yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum %10 poliakrilik asitin diğer asitlere kıyasla istatistiksel anlamlı bir farklılık ile daha zayıf bir internal adaptasyon kalitesi sunduğunu göstermektedir. Ek olarak, %17 EDTA'nın kavite şartlandırıcı olarak kullanımı ile tespit edilen boşluk değerlerinin %35 fosforik asit materyalinin kullanımından sonra tespit edilen boşluk değerinden anlamlı derecede yüksek olduğu görülmektedir. Geleneksel cam iyonomer restoratif materyal uygulanan örneklerde, sırasıyla, sayısal olarak %35 fosforik asitin ve kontrol grubu olan %20 poliakrilik asitin en iyi internal adaptasyon başarısı sunan kavite şartlandırıcı materyaller olduğu, ancak kendi aralarında istatistiksel anlamlı bir farklılığın bulgulanmadığı tespit edilmiştir ($p=0,061$) (Çizelge 3.2, Şekil 3.1-3.3, Şekil 3.5).

Çizelge 3.2. Geleneksel cam iyonomer restoratif materyal için, boşluk bakımından kavite şartlandırıcı materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar

		Geleneksel Cam İyonomer Restoratif Materyal					Kruskal-Wallis H testi				
		N	Ort.	Ortanca	Min	Maks	SS	Sıra Ort.	Chi-Square	p	Post-Hoc İkili Karşılaştırmalar
Kavite Yüzeyi-Restoratif Materyal Arayüzünde Görülen Boşluk (%)	Grup 1: %10 Poliakrilik Asit	10	8,483	7,756	5,110	13,640	3,116	32,90	21,18	0,0001	Grup 1 – Grup 2: p=0,042* Grup 1 – Grup 3: p=0,027* Grup 1 – Grup 4: p=0,0001* Grup 2 – Grup 3: p=1,000 Grup 2 – Grup 4: p=0,061 Grup 3 – Grup 4: p=0,019*
	Grup 2: %20 Poliakrilik Asit (Kontrol)	10	3,580	4,408	0,276	7,382	2,700	18,80			
	Grup 3: %17 EDTA	10	4,207	3,334	0,000	9,158	2,889	21,30			
	Grup 4: %35 Fosforik Asit	10	0,936	0,604	0,175	2,451	0,785	9,00			
	Toplam	40	4,301	3,892	0,000	13,640	3,676	-			

Ort: Ortalama, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **SS:** Standart Sapma, **Sıra Ort:** Sıra Ortalaması

*istatistiksel anlamlı farklılığı belirtmektedir.



Şekil 3.5. Farklı kavite şartlandırıcı kullanımlarından sonra geleneksel cam iyonomer restoratif materyal uygulanan örneklerde kavite-restoratif materyal arayüzünde oluşan boşlukları gösteren representatif görseller. [a: %10 poliakrilik asit, b: %20 poliakrilik asit (kontrol grubu), c: %17 EDTA, d: %35 fosforik asit]

Çalışmamızda her kavite şartlandırıcı materyalin kendi içinde, kavite yüzeyleri ile restoratif materyal arasında oluşan boşluk bakımından, restoratif materyaller arasında da istatistiksel karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu kapsamda, %10 poliakrilik asit uygulaması sonrasında, geleneksel cam iyonomer restoratif materyal ile kavite yüzeyleri arasındaki boşluk miktarı cam hibrit restoratif materyal ile kavite yüzeyleri arasındaki boşluk miktarından istatistiksel anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$) (Çizelge 3.3). Buna göre, %10 poliakrilik asit kullanımında, geleneksel cam iyonomer restoratif uygulamasının kavite-restoratif materyal arayüzünde internal adaptasyon başarısızlığına daha çok neden olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.3. %10 poliakrilik asit kullanımında, oluşan boşluk bakımından restoratif materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar

		Grup 1: %10 Poliakrilik Asit						Mann-Whitney U testi		
		N	Ort.	Ortanca	Min	Maks	SS	Sıra Ort.	z	p
Kavite Yüzeyi-Restoratif Materyal Arayüzünde Görülen Boşluk (%)	Cam Hibrit Restoratif Materyal	10	1,191	0,467	0,000	4,011	1,514	5,50	-3,7	0,0001*
	Geleneksel Cam İyonomer Restoratif Materyal	10	8,483	7,756	5,110	13,640	3,116	15,50		
	Toplam	20	4,837	4,561	0,000	13,640	4,436	-		

Ort: Ortalama, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **SS:** Standart Sapma, **Sıra Ort:** Sıra Ortalaması
*istatistiksel anlamlı farklılığı belirtmektedir.

Çalışmamızın kontrol grubu olan %20 poliakrilik asit uygulaması sonrasında, geleneksel cam iyonomer restoratif materyal ile kavite yüzeyleri arasındaki boşluk miktarı cam hibrit restoratif materyal ile kavite yüzeyleri arasındaki boşluk miktarından istatistiksel anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,001$) (Çizelge 3.4). Buna göre, %20 poliakrilik asit kullanımında, geleneksel cam iyonomer restoratif uygulamasının kavite-restoratif materyal arayüzünde internal adaptasyon başarısızlığına daha çok neden olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.4. %20 poliakrilik asit kullanımında, oluşan boşluk bakımından restoratif materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar

		Grup 2: %20 Poliakrilik Asit						Mann-Whitney U testi		
		N	Ort.	Ortanca	Min	Maks	SS	Sıra Ort.	z	p
Kavite Yüzeyi-Restoratif Materyal Arayüzünde Görülen Boşluk (%)	Cam Hibrit Restoratif Materyal	10	0,321	0,266	0,072	0,645	0,200	6,20	-3,25	0,001*
	Geleneksel Cam İyonomer Restoratif Materyal	10	3,580	4,408	0,276	7,382	2,700	14,80		
	Toplam	20	1,951	0,565	0,072	7,382	2,503	-		

Ort: Ortalama, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **SS:** Standart Sapma, **Sıra Ort:** Sıra Ortalaması
*istatistiksel anlamlı farklılığı belirtmektedir.

%17 EDTA uygulaması sonrasında, geleneksel cam iyonomer restoratif materyal ile kavite yüzeyleri arasındaki boşluk miktarı ile cam hibrit restoratif materyal ile kavite yüzeyleri

arasındaki boşluk miktarı arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,131$) (Çizelge 3.5). Buna göre, %17 EDTA kullanımında, geleneksel cam iyonomer restoratif uygulamasının kavite-restoratif materyal arayüzünde cam hibrit restoratif materyale göre istatistiksel olarak anlamlı bir internal adaptasyon başarısızlığına neden olmadığı görülmektedir.

Çizelge 3.5. %17 EDTA kullanımında, oluşan boşluk bakımından restoratif materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar

		Grup 3: %17 EDTA						Mann-Whitney U testi		
		N	Ort.	Ortanca	Min	Maks	SS	Sıra Ort.	z	p
Kavite Yüzeyi- Restoratif Materyal Arayüzünde Görülen Boşluk (%)	Cam Hibrit Restoratif Materyal	10	2,438	1,406	0,135	7,761	2,558	8,50	-1,51	0,131
	Geleneksel Cam İyonomer Restoratif Materyal	10	4,207	3,334	0,000	9,158	2,889	12,50		
	Toplam	20	3,322	2,467	0,000	9,158	2,807	-		

Ort: Ortalama, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **SS:** Standart Sapma, **Sıra Ort:** Sıra Ortalaması

%35 fosforik asit uygulaması sonrasında, geleneksel cam iyonomer restoratif materyal ile kavite yüzeyleri arasındaki boşluk miktarı cam hibrit restoratif materyal ile kavite yüzeyleri arasındaki boşluk miktarından istatistiksel anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,002$) (Çizelge 3.6). Buna göre, %35 fosforik asit kullanımında, geleneksel cam iyonomer restoratif uygulamasının kavite-restoratif materyal arayüzünde internal adaptasyon başarısızlığına daha çok neden olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.6. %35 fosforik asit kullanımında, oluşan boşluk bakımından restoratif materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar

		Grup 4: %35 Fosforik Asit						Mann-Whitney U testi		
		N	Ort.	Ortanca	Min	Maks	SS	Sıra Ort.	z	p
Kavite Yüzeyi- Restoratif Materyal Arayüzünde Görülen Boşluk (%)	Cam Hibrit Restoratif Materyal	10	0,180	0,046	0,020	0,978	0,303	6,40	-3,099	0,002*
	Geleneksel Cam İyonomer Restoratif Materyal	10	0,936	0,604	0,175	2,451	0,785	14,60		
	Toplam	20	0,558	0,308	0,020	2,451	0,697	-		

Ort: Ortalama, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum, **SS:** Standart Sapma, **Sıra Ort:** Sıra Ortalaması
*istatistiksel anlamlı farklılığı belirtmektedir.

4. TARTIŞMA

Diş çürüğü, diş sert dokularının özellikle inorganik kısımlarının lokalize demineralizasyonuna ve yıkımlarına neden olan mikrobiyolojik bir hastalıktır. Kavitasyon oluşmuş çürük lezyonlarında daha ileri komplikasyonları ve kayıpları önlemek adına kavitenin restoratif materyaller ile restore edilmesi son derece önemlidir (Arita vd., 2003; Keerthana vd., 2022; Rodrigues vd., 2019). Bununla birlikte, restoratif diş hekimliğinde materyal seçimi de kritik bir öneme sahiptir (Rodrigues vd., 2019; Wilson, 1978). Bu kapsamda, ideal bir restoratif materyalden beklenen en temel özellikler; diş sert dokularına kabul edilebilir seviyede adezyon ve adaptasyon göstermesi, sızdırmazlığının ideal seviyede olması ve çiğneme kuvvetlerine karşı dayanımının yüksek seviyede olmasıdır (Demirel vd 2023; Khoroushi vd., 2012; Mickenautsch vd., 2011; Rodrigues vd., 2019).

Restoratif materyallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri birbirlerinden pek çok farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar nedeniyle, olguya uygun endikasyon ile materyal seçimi yapılması diş hekimliği pratiğinde büyük önem arz etmektedir. Son zamanlarda, civa toksisitesi tehlikesi, estetik kaygılar, geniş kavite preperasyonu gerektirmesi gibi dezavantajları nedeniyle amalgam popülerliğini kaybetmiştir (Roulet, 1997). Bununla birlikte, rezin içerikli restoratif materyaller de içeriğindeki Bis-GMA ve TEGDMA gibi monomerlerin tükürük etkisi ile çözünmesi neticesinde oluşan toksisite (Roulet, 1997; Van Meerbeek vd., 2003) ve uygulama prosedürlerinin hassasiyet gerektirmesi, zaman alıcı olması ve maliyetli (Roulet, 1997; Rodrigues vd., 2019) oluşu düşünüldüğünde biyouyumluluğu daha yüksek, kimyasal yolla sertleşen ve uygulanabilirliği görece kolay olan cam iyonomer restoratiflerin iyi birer alternatif olduğu görülmektedir (Ge vd., 2023; Khoroushi ve Keshani, 2013; Sidhu ve Nicholson, 2016).

Özellikle ilk dönemlerde piyasaya sürülen cam iyonomer içerikli restoratiflerin de dayanıklılığının ve uzun dönem klinik başarısının rezin içerikli restoratifler kadar yüksek olmaması, sertleşme süresinin uzun olması ve erken dönemde neme hassasiyet göstermesi gibi dezavantajları bulunsu da, uygulama kolaylığı, flor salımı, nemli mine ve dentin yüzeylerine bağlanabilmesi, kooperasyon kurulması güç hastalarda ileri ve hassas uygulama teknikleri gerektirmemesi gibi olumlu özellikleri düşünüldüğünde özellikle çocuk diş hekimliğindeki konumu oldukça önemlidir (Ge vd., 2023; Gurgan, 2017; Khoroushi ve Keshani, 2013; Kisby, 2021; Rodrigues vd., 2019; Sidhu ve Nicholson, 2016).

Cam iyonomer restoratiflerin oldukça olumlu özellikleri bulunmasına rağmen, geri planda kalmalarının sebebi sayılabilecek olumsuz özelliklerinden daha az etkilenebilmek için son zamanlarda bu materyallerin içeriklerinde, toz-likit oranlarında ve sertleşme reaksiyonlarının kimyasında pek çok değişiklik gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, geliştirilmiş olan ve artmış başarı seviyeleri bildirilen güçlendirilmiş cam iyonomer restoratif materyallerin birçoğu süt molar dişlerin daimî restorasyonlarında denenmiş ve klinik açıdan olumlu sonuçlar alınmıştır (Balkaya vd. 2019; Giray vd. 2014; Gurgan vd., 2015; Rodrigues vd., 2019; Singla vd. 2012). Özellikle, arka grup dişlerin daimî restorasyonlarında kullanılmak amacıyla yüksek viskoziteli cam iyonomerler ve nano doldurucu rezin kaplama ile uygulanan cam hibrit restoratifler klinik başarılarıyla adından sıklıkla söz ettirmektedir (Kisby, 2021; Miletić vd., 2020; Rodrigues vd., 2019).

Cam iyonomer restoratiflerin kullanım alanlarının artırılmasına yönelik gelişmelere rağmen, rezin içerikli materyallerin diş sert dokularına bağlanma dayanımlarının daha yüksek olması ve bu konudaki endişeler cam iyonomerlerin kaviteye adezyon ve adaptasyon özelliklerinin artırılmasına yönelik girişimleri ve araştırmaları beraberinde getirmiştir (Ge vd., 2023; Gurgan, 2017; Khoroushi ve Keshani, 2013; Kisby, 2021; Rodrigues vd., 2019; Sidhu ve Nicholson, 2016). Bu kapsamda, cam iyonomer esaslı materyallerin içeriğinde yapılan çeşitli değişikliklerin yanı sıra, bağlanma dayanımlarının da artırılmasını sağlayacak şekilde diş dokuları/yüzeyleri ya da kavite yüzeylerinde bazı ön hazırlıklar uygulanması, bilimsel araştırma protokollerinde denenmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır (Demirel vd., 2023; Heintze vd., 2022; Kisby, 2021; Lugassy vd., 2018; Mazaheri vd., 2015; Pereira vd., 1997). Her ne kadar, geçmiş dönemlerde cam iyonomer restoratif materyallerin kavite yüzeylerine uygulanmasından önce herhangi bir yüzey hazırlığı işlemi gerekliliği önerilmese de, son dönemde kavite şartlandırma prosedürlerinin mutlaka uygulanması gerektiği ve bu kapsamda smear tabakasının modifiye edilerek bağlanma ve adaptasyon özelliklerinin artırılacağı çeşitli çalışmalar ve araştırmacılar tarafından öne sürülmektedir (Avila vd., 2019; Lugassy vd., 2018; Mazaheri vd., 2015; Pereira vd., 1997; Rai vd., 2017; Unnikrishnan vd., 2019).

Diş hekimliğinin restoratif prosedürlerinde, cam iyonomer restorasyonların kaviteye uygulanmasından önce kavite duvarlarında bulunan smear tabakasının kaldırılmaması, cam iyonomer restoratiflerin diş dokusu ve özellikle dentin yüzeylerine adezyonunu önemli ölçüde azaltmaktadır (Avila vd., 2019; El-Askary ve Nassif, 2011; Glasspoole vd., 2002). Nitekim, etkili bir adezyon sağlayabilmek için diş dokusu ile cam iyonomer restoratif arasında yakın ve istenen bir temas gereklidir (Yılmaz vd., 2005). Bu kapsamda, literatür incelendiğinde, cam

iyonomer materyallerin kaviteye uygulanmalarından önce kavite yüzeylerindeki smear tabakasının kaldırılması önemle önerilmektedir (Demirel vd., 2023). Kavite şartlandırıcı olarak tanımlanan ve daha çok dentinde olmak üzere diş sert dokularının yüzeyinde oluşan smear tabakasını kaldırarak cam iyonomer restoratiflerin kavite yüzeylerine adezyonunu artıran materyaller son dönemde popülerlik kazanmıştır (Demirel vd., 2023; Yılmaz vd., 2005). Smear tabakasının tamamen ya da kısmen uzaklaştırılmasından sonra uygulanan cam iyonomerlerin daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiğine yönelik çalışma sonuçları bulunmakla beraber (Mazaheri vd., 2015; Pereira vd., 1997) kullanılan kavite şartlandırıcıların etkilerinin birbirine benzer olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Lugassy vd., 2018).

Cam iyonomer materyallerin kaviteye uygulanmasından önce diş sert doku yüzeylerinin ön hazırlığı için genellikle asit solüsyonları tercih edilmekte olup, bu materyaller belirtildiği üzere kavite şartlandırıcılar olarak anılmaktadır. Diş hekimliği literatürü incelendiğinde, en sık kullanılan kavite şartlandırıcılar arasında poliakrilik asit, fosforik asit, EDTA, pirüvik asit, sitrik asit, maleik asit gibi diğer organik asitler ya da daha az olmakla birlikte diğer deneysel asitler yer almaktadır (Avila vd., 2019; Lugassy vd., 2018; Mazaheri vd., 2015; Pereira vd., 1997; Rai vd., 2017; Unnikrishnan vd., 2019). Ancak, literatürde yapılan çalışmalar daha detaylı olarak ele alındığında, yapılan çalışmaların metodolojik tasarımlarının birbirleri ile büyük farklılıklar gösterdiği; kullanılan cam iyonomerler, kavite şartlandırıcılar ya da bu materyallerin dilüsyonları ya da kavite yüzeylerine uygulanma sürelerinde önemli farklılıklar bulunduğu tespit edilmektedir. Bu nedenle, daha önceden yapılmış bilimsel araştırmalarda net bir klinik protokol önerisinin sunulamadığı ve bu önerilerin ileri kanıt seviyesinde olamadığı görülmektedir. Bununla birlikte, cam iyonomer restorasyon uygulamalarında kavite şartlandırıcıların etkisini test eden çalışmaların büyük bir bölümünde adezyon özellikleri test edilmiş olup, bugüne değin literatürde özellikle yeni geliştirilen cam iyonomer preparatlarının internal adaptasyonlarını inceleyen çalışmaların ve bu bağlamda sunulan kanıtların oldukça yetersiz miktarda olduğu dikkati çekmektedir. Bir restorasyonun internal adaptasyonu, restoratif materyal ile kavite yüzeylerinin ne düzeyde iyi uyum sağladığını belirten bir gösterge olarak tanımlanabilir. “İnternal” ifadesi restoratif materyal ile diş yüzeyi (mine ve dentin) arasındaki arayüzün konumunu temsil etmektedir. Öte yandan, klinik olarak internal adaptasyon başarısı restorasyonun post-operatif açıdan soğuğa karşı aşırı duyarlılık ya da çiğneme sırasında ağrı algısı ile de ilişkili olabilmektedir (Eick ve Welch, 1986; Han ve Park., 2017). Bu kapsamda, kavite şartlandırıcıların uygulanmasının ardından cam iyonomer restorasyonların internal adaptasyonlarının değerlendirilmesi ve araştırılması gerekliliği bu tez çalışmasının ana temelini oluşturmaktadır. Tüm bu ön

bilgilerden hareketle, bu tez çalışmasında klinik olarak tercih oranı yüksek olan iki farklı cam iyonomer restoratif materyalin kaviteye uygulanmasından önce kullanılan dört farklı kavite şartlandırıcı materyalin internal adaptasyon başarılarının araştırılması hedeflenmiştir. Bu tez çalışmasının en önemli çıktılarından ve bilimsel katkılarından biri de, sunduğu internal adaptasyon kalitesine göre kavite şartlandırıcı olarak bir materyalin/materyallerin diğerlerine oranla öne çıkarılabilecek olmasıdır. Bu çalışmanın bir diğer bilimsel katkısı ve önemi ise, diş hekimliği literatüründe cam iyonomer restoratiflerin kaviteye uygulanmalarının hemen öncesinde kullanılan farklı tip kavite şartlandırıcıların, restorasyonların internal adaptasyonlarına etkilerini araştıran öncü çalışmalardan biri olmasıdır. Başka bir deyimle, diş hekimliği literatüründe ve özellikle çocuk diş hekimliği alanında, cam iyonomer içerikli restoratif uygulamalardan önce kavite şartlandırma prosedürlerine ve etkinliklerine dair tam bir fikir birliği bulunmaması nedeniyle, literatürdeki eksikliğe binaen, süt dişlerinin cam iyonomerler ile restorasyonlarından önce kavite şartlandırma işlemlerinin restorasyonun kavite duvarlarına adaptasyonu üzerine olan etkilerinin araştırılarak henüz fikir birliğine ulaşamayan kavite şartlandırma prosedürlerine çocuk diş hekimliği açısından bir öneri getirebilmesi ve kavite şartlandırıcıların kullanımı sonrası kavite-restorasyon arayüzünde internal adaptasyon sonuçlarını ele alan ilk çalışmalardan biri olması da bu çalışmanın özgün değerine işaret etmektedir.

Diş hekimliği, karmaşık bir ağız ortamı ile ilgilenen ve kompleks içeriği nedeniyle tedavi edilmesi en zor bölgelerden birine sahip olan benzersiz bir tıp alanıdır. Bu nedenle, diş hekimliği araştırmalarının odak noktası, ağız hastalıklarını tedavi etmek ve her zaman daha öncekilere göre üstünlük sağlayabilecek yeni dental biyomateryalleri geliştirmek olmuştur. Dental araştırmalardan elde edilen bilgiler ve kanıtlar, hem in-vitro çalışmalar hem de klinik araştırmalar yoluyla doğrulanmaktadır (Krithikadatta vd., 2014). Diş hekimliği alanının in-vivo çalışmalarında, değerlendirilmesi istenen materyallerin ağız ortamındaki başarıları ya da incelenecek olan etkinin/etkilerin test edilmesi amaçlanmaktadır (Yazıcı vd., 2006). Ancak, in-vivo çalışmaların zaman alıcı, zahmetli ve maliyetli olması ve bunların yanı sıra ağız içindeki pek çok değişkenin varlığı sebebiyle, değerlendirilen materyalde araştırılan durumun tespiti oldukça güç, hatta imkansızla yakın olmaktadır (Moll vd., 2004; Nikaido vd., 2002). Bu nedenle, özellikle dental materyallerin özelliklerinin çalışıldığı araştırmalarda, çalışmaların büyük bir kısmı tek bir değişkenin etkisini değerlendirilebilmeye imkân sağlayan, standardizasyonu kolay ve maliyet açısından daha makul olan in-vitro testlerle yapılmaktadır (Van Meerbeek vd., 2003).

In-vitro çalışmalar, çalışılan konu ile ilgili materyal ya da ajanların klinik uygulamalarından hemen önce dental materyalleri test etmek, birbirleri ile karşılaştırmak ve konfirme etmek için araştırmacılara, ağız dışı ortamda gerekli çalışma imkânları sunar. Ek olarak, in-vitro araştırmalar klinisyenin dental materyallerin ve dental sert/yumuşak dokuların fiziksel, mekanik ve biyolojik özelliklerini daha standardize metodlar ile araştırmasına yardımcı olur ve klinik karar verme sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır (Krithikadatta vd., 2014). Bu nedenle, in-vitro araştırma dizaynı dış hekimliğinde yürütülen ve yayımlanan çalışmaların büyük bir kısmını oluştırmaktadır (Krithikadatta vd., 2014). Ayrıca, in-vitro çalışmalarda seçilen örneğın tipi, uygulanacak dental materyalin ya da ajanların formülasyonları, dezenfeksiyon amaçlı kullanılan solüsyonlar, gerçek dışlerin çekiminin ardından laboratuvar testlerinin yapılacağı zamana kadar geçen süre ve bu süre boyunca saklama ortamının tipi ve sıcaklığı, laboratuvar testlerinin her örnek için aynı koşullarda sürdürülebilir olması gibi çeşitli değişkenlerin standardize edilebiliyor olması da in-vitro çalışmaların avantajları arasındadır (Heintze, 2007; Heintze vd., 2009; Krithikadatta vd., 2014; Moscovich vd., 1998). Belirtilen tüm bu durumlar ışığında, bu tez çalışmasında araştırılması hedeflenen prosedürlerin in-vitro koşullar altında yürütülmesi planlanmıştır.

Dış hekimliğı literatüründe, in-vitro araştırmaların büyük bir çoğunluğu deneysel araştırma tasarımlarından oluşmaktadır. Bu tür tasarımlar da, hipotez testi, test edilen gruplar/malzemeler arasındaki analitik çıkarımları takip etmektedir. Bu açıdan, bir in-vitro çalışma aslında laboratuvar ortamında yürütülen ve çoğunlukla kontrollü yapıya sahip olan bir denemedir (Krithikadatta vd., 2014). Ancak, özellikle son dönemde in-vitro çalışmaların sonuçları ve çıkarımları ile ilgili olarak sunulan kanıtların kalitesini ve şeffaflığını artırmak için bazı özel kılavuzlar oluşturulmuştur. CRIS Kılavuzu bunlardan en bilineni olup, bu kontrol listesi 2014 yılında Krithikadatta ve diğerkleri tarafından oluşturulmuştur. Bu kontrol listesi in-vitro çalışmalar için gerekli olan örneklem büyüklüğü analizi, gruplar arası anlamlı farklılıklar için öngörüler, alokasyon sekansının ve randomizasyonun gerçekleştirilmesi, yapılacak kr değerlendirmeler ya da analizler ve istatistiksel analiz metodları için standardize yönergeler ve bir dizi kurallar içermektedir (Krithikadatta vd., 2014). Bu nedenle, bu tez çalışmasının sonucunda verilecek sonuçların kalitesinin, güvenilirliğinin ve şeffaflığının artırılması için bu çalışmanın araştırma prosedürleri CRIS Kılavuzu'na uyularak gerçekleştirilmiştir. Bununla beraber, çalışmada çekilmiş dışlerin kullanılmış olması ve her dışin mineral özelliklerinin, doku dansitesinin, dentinal tübüler özelliklerinin ve yaşlılık seviyesinin aynı olmaması nedeniyle daha optimal değerlendirmeler için çekilmiş dışlerin çalışma gruplarına atanmasında randomizasyon prosedürü kullanılmıştır. Çalışma protokolüne

dahil edilen dişlerin, kavite şartlandırıcı ana gruplarına alokasyonu esnasında (birinci randomizasyon) ve her kavite şartlandırıcı grubundaki dişlerin şartlandırıcı ajanın uygulanmasından sonra ilgili restoratif materyal gruplarına alokasyonu esnasında randomizasyon (ikinci randomizasyon) uygulanmıştır (Krithikadatta vd., 2014).

Çekilmiş dişlerin kullanılmasının planlandığı in-vitro çalışmalarda, insan dişleri, sığır dişleri ya da diğer hayvanların dişleri kullanılabilir (Abdelrahman vd., 2016; Salem vd., 2015; Sharafeddin vd., 2015). Bu çalışmada, çalışma kapsamında değerlendirilecek materyallerin başarısını ölçerken elde edilen verilerde diş seçim kriteri kaynaklı gözlenebilecek hata payını en aza indirebilmek için insan dişleri kullanılmış olup, pedodontik sonuçların daha uygun çıkarımlara dönüştürülebilmesi için ise süt dişleri tercih edilmiştir. Bununla birlikte, dişlere açılan kavitelerin bukkal yüzeyde olması nedeniyle, bukkal yüzey alanının daha geniş olduğu alt ya da üst süt 2. molar dişler çalışma protokolüne dahil edilmiştir. Öte yandan, prosedürel bir hataya sebep olmamak amacıyla çürüksüz ve restorasyonsuz dişlerin tercih edilmesi önerildiğinden (Lee vd., 2007; Luddin vd., 2006), bu tez çalışmasında da çürük ve restorasyon bulunmayan süt 2. molar dişler kullanılmıştır.

In-vitro çalışmalarda kullanılacak olan çekilmiş dişler, çekimlerinin ardından laboratuvar testlerine ya da gerçekleştirilmesi planlanan diğer işlemlere dek nemli bir ortamda saklanmalıdır (DeWald, 1997; Lee vd., 2007; Reena vd., 2011). Bu bağlamda, en sık tercih edilen saklama solüsyonları olarak distile su, serum fizyolojik, kloramin-T, timol ya da sodyum hipoklorit sayılabilir (Lee vd., 2007; Tosun vd., 2007). Ek olarak, çekimden sonra laboratuvar kullanımı için planlanan tüm dişlerin uygun şekilde dekontamine edilmesi de gereklidir. Bu açıdan, çekilmiş dişlerin çapraz enfeksiyona sebebiyet verme riski bulunduğundan, dişlerin antimikrobiyal özelliklere sahip bir ortamda bekletilmesi de oldukça önemlidir (Nawrocka vd., 2019). Dekontamine/dezenfeksiyon yöntemleri arasında kloramin-T ve timol gibi solüsyon bazlı yöntemler, gama radyasyonu, otoklavlama ya da etilen oksit gazı gibi solüsyon bazlı olmayan yöntemler bulunmaktadır (DeWald, 1997; Rolland vd., 2007). Timol solüsyonu birçok in-vitro çalışmada saklama solüsyonu olarak tercih edilen başarılı bir sıvı olup, antimikrobik üstün özellikler göstermekte, buna karşın yüksek konsantrasyonlarda mukozada hasar ve ciltte tahrişe sebep olmaktadır (Fabian vd., 2006; Janczyk vd., 2008; Michiels vd., 2007). Kloramin-T ise organik materyalle temas ettiğinde para-toluen-sülfonamide indirgenen yüzey aktif bir dezenfektan ajandır (DeWald, 1997; Rolland vd., 2007). Ayrıca, kloramin-T suda amino grubu (NH_2) ve hipokloröz asit ($HClO$) oluşturacak şekilde hidroliz olan bir serbest radikal kaynağıdır. $HClO$ 'in okside edici etkisi

sayesinde hücrelerde protein denatürasyonu, çeşitli enzimatik reaksiyonların ve nükleik asitin inhibisyonu sonucu hücre ölümü gerçekleşir ve böylelikle antimikrobiyal etkinlik sağlanır (Rutala, 1996). Bu nedenle, kloramin-T yalnızca diş hekimliği çalışmalarında değil, tıp, veterinerlik, tarım ve gıda üretimi gibi geniş çaplı uygulamalarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde ise sıklıkla %0,5-1 oranında seyreltilmiş çözeltisi kullanılır (Anja vd., 2015; Krämer vd., 2018; Peerzada vd., 2010). Diş hekimliğinde, özellikle adezyon ya da adaptasyon gibi özellikleri araştıran in-vitro çalışmaların laboratuvar işlemleri öncesinde, dişlerin %0,5 kloramin-T solüsyonunda bekletilmesi önerilmektedir (Rolland vd., 2007). Nitekim, diş hekimliği literatüründe yer alan birçok internal adaptasyon çalışmasında (Demirel vd., 2021b; Han ve Park, 2017; Han vd., 2019; Kaczor-Wiankowska vd., 2024; Peskersoy vd., 2022) dişlerin çalışma prosedürlerine dek saklanması için kloramin-T solüsyonu kullanılmıştır. Bu nedenle, bu tez çalışmasında da çekilen süt dişlerinin kloramin-T solüsyonunda bekletilmesi tercih edilmiştir.

Diş hekimliğine ait in-vitro internal adaptasyon çalışmaları incelendiğinde, kavite konfigürasyonunun restoratif materyallerin test edilen başarı oranlarına etkisinin oldukça önemli olduğu görülmektedir (Raskin vd., 2001; Türkün vd., 2004). Literatürde, internal adaptasyon düzeylerinin ve başarılarının incelendiği çalışmaların adezyon çalışmalarına oranla daha az olduğu görülmekle birlikte, tespit edilen çalışmalarda sıklıkla sınıf I (Han vd., 2019; Demirel vd., 2021b) ya da sınıf II (Chuang vd., 2001; Demirel vd., 2023; El Naga vd., 2020; Olmez vd., 2004; Han ve Park., 2017) kavitelerin kullanıldığı görülmektedir. Sınıf V kavitelerin bu tür çalışmalarda çok fazla tercih edilmediği izlenmekle birlikte, Sınıf V kavite prensibi ile daha standardize kaviteler elde edilmesi, Sınıf V kavitelerin minimal girişimsel yaklaşımla açılması ve uygulayıcıya bağlı hata/sapma oranının daha düşük olması nedenleri ile araştırmamızda süt 2. molar dişlerin bukkal yüzeylerine açılmış Sınıf V kavitelerde çalışılması planlanmıştır. Bu bağlamda, diş yapısına özgü minimal farklılıkların da standardize edilmesi amaçlanmıştır. Benzer şekilde, kavitelerin açılması esnasında operatöre bağlı farklılıkları minimal seviyede tutmak için kullanılan frezlerin, çalışma ortamının ve ışık kaynaklarının standardizasyonuna dikkat edilmiş ve deneylerin hep aynı ortamda sürdürülmesi gerçekleştirilmiştir.

Cam iyonomer esaslı restoratif materyallerin kavite yüzeylerine uygulanmasının hemen öncesinde kullanılan kavite şartlandırıcı ajanlar, genellikle asit yapıda materyaller olup; bu materyaller farklı etki mekanizmaları ile fonksiyon görmektedir (Chen vd., 2006; Demirel vd., 2023; Powis vd., 1982; Yılmaz vd., 2005). Literatürde bu konuda yapılmış çalışmalar

incelendiğinde kavite şartlandırıcı ajanlar olarak poliakrilik asit ve farklı dilüsyonları, fosforik asit, EDTA, sitrik asit, pirüvik asit, maleik asit ya da diğer deneysel tipteki asitlerin kullanıldığı dikkati çekmektedir (Chen vd., 2006; Demirel vd., 2023; Mazaheri vd., 2015; Powis vd., 1982; Suresh vd., 2023; Yılmaz vd., 2005). Cam iyonomer materyallerin de içeriğinde bulunan poliakrilik asitler, hem birçok cam iyonomer materyal preparatı için üreticisinin de önerdiği, hem de bilimsel çalışmalara en çok konu olan kavite şartlandırıcı materyal olarak bilinmektedir. Çeşitli konsantrasyonlardaki poliakrilik asidin ideal kavite şartlandırıcı olduğu öne sürülmektedir. Poliakrilik asit smear tabakasını uzaklaştırarak, dentinin ıslanabilirliğini artırır ve cam iyonomer restoratif materyal ile iyon değişimini geliştirerek bağlanma gücünü en üst düzeye çıkarma yeteneğine sahip bir ajan olarak bilinmektedir (Inoue vd., 2001; Lugassy vd., 2018; Powis vd., 1982). Önceki bilimsel çalışma sonuçları da incelendiğinde, poliakrilik asit diş hekimliği literatüründe kavite şartlandırıcı olarak başarılı sayılabilecek bir materyal olup (Bishara vd., 2000; Falahzadeh vd., 2011; Powis vd., 1982; Sharafeddin vd., 2016), bu nedenle çalışmamızda %10'luk ve %20'lik dilüsyonlarının kullanılması planlanmıştır. Öte yandan, %20'lik poliakrilik asitin %10'luk poliakrilik asite göre daha başarılı olduğunun bilinmesi (Bishara vd., 2000) ve %20 poliakrilik asitin birçok cam iyonomer üreticisi tarafından cam iyonomerlerin kaviteye yerleştirilmesinden önce kullanımının önerilmesi nedeniyle %20 poliakrilik asitin bu konuda altın standart olabilecek bir konuma eriştiği düşünülmektedir (Bishara vd., 2000; Pereira vd., 1997; Yamamoto vd., 2003). Bu nedenle, çalışma protokolünde bulunan %20 poliakrilik asit grubu kontrol grubu olarak seçilmiştir. Ek olarak, cam iyonomer restorasyon uygulamaları öncesinde kavite şartlandırıcıların kullanılması, üreticiler ve bilimsel araştırmalar tarafından önemle önerildiği için çalışmamızda hiçbir kavite şartlandırıcının kullanılmadığı bir negatif kontrol grubu planlanmamıştır.

Cam iyonomer içerikli restoratif materyallerin diş sert dokuları üzerine olan adezyon kapasitelerinin geliştirilmesi için, kavite şartlandırıcı olarak kullanılmak üzere poliakrilik asite alternatif bir materyal arayışı olmuştur (Hamama vd., 2014; Mauro vd., 2009; Shashirekha vd., 2012). Bu kapsamda önerilen ve kullanılan en yaygın materyallerden biri de EDTA olup, EDTA kavite yüzeylerinden kaldırılması arzu edilen smear tabakasının mineralize/inorganik kısmını etkili bir şekilde uzaklaştırmaktadır (Erik vd., 2018; Demirel vd., 2019; Demirel, 2021a). Cam iyonomerlerin uygulanması öncesi kavite şartlandırıcı olarak kullanılan EDTA'nın genellikle %17 düzeyindeki dilüsyonları tercih edildiğinden, bu tez çalışmasında da %17 EDTA kullanımı tercih edilmiştir. Bununla birlikte, literatürde fosforik asitin de kavite şartlandırıcı olarak kullanımına ilişkin çalışmalar mevcuttur (Glasspoole vd., 2002; Mazaheri

vd., 2015; Suresh vd., 2023). Suresh vd. (2023) fosforik asitin kavite şartlandırıcı olarak kullanımı sonrasında, yüksek viskoziteli cam iyonomer restoratif materyallerin dentin yüzeyine penetrasyonlarının diğer ajanlara göre daha kabul edilebilir seviyede olduğunu vurgulamaktadır. Buna karşın, fosforik asidin poliakrilik asit preparatlarına göre daha başarısız olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur. Fosforik asitle ilgili farklı görüşlerin de bulunması ve diş hekimliğinin rutin klinik pratiğinde bu ajanın sıklıkla kullanılıyor olması nedenleriyle, çalışma protokolüne %35 fosforik asitin de dahil edilmesi tercih edilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan kavite şartlandırıcı materyallerin dışında, restoratif materyal olarak iki farklı cam iyonomer restoratif materyale yer verilmiştir. Bunlardan ilki, diş hekimliğinin ve çocuk diş hekimliğinin rutin klinik pratiğinde sıklıkla kullanılan geleneksel cam iyonomer restoratif materyal olacak şekilde tercih edilmiştir. Geleneksel cam iyonomer restoratifler süt dişlerinin Sınıf V ya da Sınıf III kavitelerinde düşük stres taşıyan alanların restorasyonları için tercih edilmektedir. Bununla birlikte, konvansiyonel cam iyonomer sistemlerin biyouyumlu olmaları, flor salımı yapmaları, ileri teknik hassasiyet gerektirmeden uygulanabilmeleri ve hasta başında geçirilen zamanın çok uzun olmaması gibi birtakım avantajları nedeniyle diş hekimliğinde çok sayıda uygulamada sıklıkla kullanıldığını söylemek mümkündür (Choi vd., 2008; Khoroushi vd., 2013; Yli-Urpo vd., 2005). Öte yandan, konvansiyonel cam iyonomer sistemlerin, diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilmesine rağmen bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Geleneksel cam iyonomerlerin en önemli dezavantajı yeterli dayanıklılık ve sertliğe sahip olmamasıdır. Bu nedenle, geleneksel sistemlerin dezavantajlarını elimine etmek için piyasaya yeni cam iyonomer sistemler sürülmüştür (Khoroushi vd., 2013). Bunlardan cam hibrit restoratif materyal ailesi son yıllarda geliştirilmiş olup, cam tozu yapısında eşit olarak dağılmış ultra ince ve yüksek reaktif cam partiküllerini, gelişmiş mekanik özelliklerle sonuçlanması beklenen yüksek moleküler ağırlıklı poliakrilik asit ile birleştirmektedir (Miletić vd., 2024; Zhang vd., 2023). Cam hibrit restoratif materyallerin başarısını inceleyen in-vitro çalışmalarda, bu materyallerin eğilme mukavemetinin ve aşınma direncinin anlamlı derecede arttığı gösterilmiştir (Moshaverinia vd., 2019; Brkanović vd., 2021). Cam hibrit restoratif materyallerin gelişmiş özellikleri ve tarihsel gelişimlerinin diğer malzemelere oranla daha yeni olması nedeniyle, cam hibrit restoratiflerin bu tez çalışmasının araştırma prosedürlerine dahil edilmesi tercih edilmiştir. Bununla birlikte, cam hibrit restoratif materyaller yüzeylerindeki kusurları (çatlak, yarık ya da mikroporoziteler) kapatmak ve restorasyon kütesinin mekanik özelliklerini güçlendirmek için restorasyonun üzerine yerleştirilen çok işlevli bir nano doldurucu rezin monomer tabakası içermektedir

(Demirel vd., 2023; Miletic vd., 2024). Bu nedenle, çalışmamıza dahil edilen ve cam hibrit restoratif uygulanan örnekler nano doldurucu rezin monomer tabakası uygulanmıştır.

Literatürde, internal adaptasyon analizlerini gerçekleştirmek için bugüne değin farklı yöntemler kullanılmıştır. Restoratif materyal-kavite arayüzünü incelemek için SEM yöntemi kullanılan çalışmalar olsa da (Chailert vd., 2018; El Naga vd., 2020; Dietschi vd., 2002; Stavridakis vd., 2007), bu yöntem kullanılan tekniğe çok duyarlı olup, iki boyutlu olması nedeniyle kantitatif değerlendirme açısından önemli sınırlamaları bulunmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda internal adaptasyonu değerlendirmek için non-invaziv bir yöntem olan Mikro-BT tekniği tercih edilmeye başlanmıştır (Demirel vd., 2021b; Demirel vd., 2023; Floriani vd., 2022; Han vd., 2017; Kaczor-Wiankowska vd., 2024; Tosco vd., 2022). Mikro-BT'den elde edilen üç boyutlu görüntüler yeniden yapılandırılarak bir numunenin şekli ya da boyutlarından bağımsız bir biçimde, restorasyonların adaptasyon kapasitesi ve restorasyon-diş arayüzündeki boşluklar istenilen ölçütlerde ve derecelerde incelenebilir (Eick ve Welch, 1986; Han ve Park., 2017). Dişler üzerinde herhangi bir kesit almadan non-invaziv bir şekilde üç boyutlu olarak inceleme yapılmasına imkân vermesi ve istenilen bölgede yeniden değerlendirme yapılabilmesi gibi avantajlarından dolayı çalışmamızda internal adaptasyon analizlerinin üç boyutlu Mikro-BT cihazı ile yapılması ve sonuçların analiz edilmesi tercih edilmiştir.

Diş hekimliği literatürü incelendiğinde, bazı araştırmaların internal adaptasyonu gümüş nitrat sızıntısı yoluyla değerlendirdiği görülmektedir. Belirtilen bu çalışmalarda, gümüş nitrat solüsyonunda bekletilen dişlerde, internal adaptasyon boşluklarına sızan gümüş nitratin miktarı ya da hacmi saptanarak analizlerin yapıldığı izlenmektedir (Bakhsh vd., 2019; Han ve Park., 2017; Kim ve Park., 2014; Zhang vd., 2020). Ancak, restorasyonu tamamlanan kavitelerin marjinal alanlarında periferik örtücülüğün iyi sağlanması halinde, gümüş nitratin özellikle kavite tabanında yer alan internal adaptasyon boşluklarına sızmaması durumu nedeniyle yanlış değerlendirmelerin yapılabilecek olması riskinden dolayı, çalışmamızda internal adaptasyon değerlendirmelerinde gümüş nitrat penetrasyon yöntemi tercih edilmemiş olup, restoratif materyal-kavite arayüzündeki boşlukların Mikro-BT ile tespitine yönelik adımlar izlenmiştir. Bununla birlikte, çalışmamızda sadece kavite-restoratif materyal arayüzündeki internal adaptasyon boşlukları değerlendirilmiş, restorasyonların kendi içlerindeki boşluklar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Ek olarak, örneklerin Mikro-BT cihazında taranmalarından hemen önce, ağız içi ısısal değişimlerinin simüle edilmesi ve örneklerin yaşlandırılması için termal siklus cihazının kullanılması tercih edilmiştir (Demirel vd. 2023).

Farklı cam iyonomer sistemlerin kaviteye uygulanmalarından önce kullanılan farklı tip kavite şartlandırıcı materyallerin kavite-restorasyon arayüzünde oluşan internal adaptasyona etkilerini araştırdığımız tez çalışmamızda, genel olarak iki tip istatistiksel karşılaştırma yapılmıştır. Bunlardan ilki, uygulanan restoratif materyallerin kendi içlerinde kavite şartlandırıcı materyaller arasındaki istatistiksel karşılaştırma testleri olup, ikincisi ise her kavite şartlandırıcı materyalin kendi içinde uygulanan restoratif materyallerin birbirleri ile istatistiksel olarak kıyaslanması şeklindedir. Çalışmamızın elde edilen bulgularına göre, cam hibrit restoratif materyal uygulanan örneklerde, en iyi internal adaptasyon kalitesi sunan kavite şartlandırıcı %35 fosforik asit ve %20 poliakrilik asit olarak saptanmış olup, bu iki materyal arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Buna karşın, %17 EDTA'nın kavite şartlandırıcı olarak kullanımı ile saptanan internal adaptasyon boşluk değerlerinin kontrol grubu olan %20 poliakrilik asit ve deney grubu olan %35 fosforik asit materyallerinin kullanımlarından sonra tespit edilen boşluk değerlerinden anlamlı derecede yüksek olduğu görülmektedir. Diş hekimliği literatürü incelendiğinde, kavite şartlandırıcıların etkinliğinin değerlendirildiği çalışmaların büyük bir kısmının cam hibrit restoratifleri içermediği görüldüğünden, bu tez çalışmasının cam hibrit sonuçları ile önceki çalışmaların sonuçlarını karşılaştırmalı olarak tartışmanın doğru sonuçlar vermeyeceği söylenebilir. Ancak, sınırlı sayıda da olsa, bazı çalışmalarda kavite şartlandırıcıların kullanımlarından sonra yüksek viskoziteli cam iyonomerlerin kullanıldığı tespit edilmiş olup, cam hibritlerin yüksek viskoziteli cam iyonomerlere geleneksel cam iyonomerlerden daha yakın olması nedeniyle (Avila vd., 2019; Khoroushi vd., 2013; Kielbassa vd., 2017), yüksek viskoziteli cam iyonomerleri kullanan çalışmalardaki sonuçların bu tez çalışmasındaki cam hibrit sonuçları ile karşılaştırmalı olarak değerlendirmesinin yapılması daha doğru olacaktır. Mazaheri vd. (2015) %20 poliakrilik asit, %35 fosforik asit, %12 sitrik asit ve %17 EDTA kullanımlarından sonra kaviteye yüksek viskoziteli cam iyonomer restorasyon uygulamış ve kavite-restorasyon arayüzünde oluşan mikrosızıntıyı karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Araştırmacılar, en iyi sızdırmazlık sonuçlarının %20 poliakrilik asit ve %17 EDTA kullanımı ile elde edildiğini bildirmiştir. %20 poliakrilik asit kullanımındaki başarılı sonuçlar çalışmamızın bu bölümündeki sonuçlar ile uyumluluk göstermekte olup, belirtilen çalışmada fosforik asitin nispeten daha başarısız bulunması çalışmamızın bulguları ile örtüşmemektedir. Bu durumun çalışma metodolojisindeki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim, Mazaheri ve diğerlerinin (2015) çalışmasında kavite şartlandırıcıların kullanımlarından sonra test edilen parametre mikrosızıntı olup, bu tez çalışmasında internal adaptasyon başarısı değerlendirilmiştir. Değerlendirilen kriterler, kavite dizaynı, bu tez çalışmasındaki değerlendirmelerin üç boyutlu yapılmış olması gibi çalışma dizaynına ait farklılıklar

sonuçlardaki farklılıkların izah edilmesi için önemli kriterlerdir. Bununla birlikte, Saad ve diğerlerinin (2017) yaptığı bir in-vitro çalışmada ise, RMCİS'lerin sağlıklı ve yapay çürük bulunan dentindeki mikrogerilme bağlanım kuvvetleri, %20 poliakrilik asit, %20-30 HEMA ve %17 EDTA olmak üzere üç farklı kavite şartlandırıcının kullanımını sonrasında değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, %17 EDTA solüsyonunun kullanımının diğer iki kavite şartlandırıcıya oranla daha az başarılı olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, aralarında istatistiksel anlamlı farklılıklar olmasa da, cam hibrit restoratif materyallerin uygulandığı örneklerde %10 poliakrilik asit materyali, %17 EDTA materyaline göre daha başarılı internal adaptasyon sonuçları göstermiş olup; kavite şartlandırıcı olarak %10 poliakrilik asit kullanımında, %17 EDTA'ya göre kavite-restoratif materyal arayüzünde internal adaptasyon başarısızlığına işaret eden boşluklar daha az düzeyde saptanmıştır. Unnikrishnan vd. (2019) süt ön dişlere yüksek viskoziteli cam iyonomer restoratif uyguladıkları çalışmalarında %10 poliakrilik asit ve %17 EDTA materyallerini kavite şartlandırıcı olarak tercih etmişlerdir. Araştırmacılar, %10 poliakrilik asitin %17 EDTA ile karşılaştırıldığında smear tabakasını modifiye etmede ya da uzaklaştırmada daha iyi bir yüzey şartlandırma sağladığını ve bu kapsamda %10 poliakrilik asitin daha iyi bir adezyon kalitesi sunduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgu da çalışmamızdaki bulgular ile uyumluluk göstermektedir.

Çalışmamızda, cam hibrit restoratif materyal uygulanan örnekler için en iyi adaptasyon sunan kavite şartlandırıcı materyal, %20 poliakrilik asit ile aralarında istatistiksel anlamlı farklılık olmasa da %35 fosforik asit olarak bulgulanmıştır. Literatürel düzeyde, yeterli miktarda kanıta dayalı veri olmasa da, fosforik asidin cam iyonomerlerin uygulanmasından önce kavite şartlandırıcı olarak kullanımına dair çalışmalar bulunmaktadır. Fosforik asit, kalsiyum iyonlarını bağlama özelliğine sahip bir ajan olup, bu durum kalsiyumun diş yüzeyinden uzaklaştırılmasına ve böylelikle yüzey temizliğine ve smear tabakasının elimine edilmesine yardımcı olmaktadır (Sharafeddin ve Moraveji, 2022). Fosforik asit, uygulama süresine bağlı olarak smear tabakasını kaldırırken aynı zamanda kalsiyum ve fosfor gibi minerallerin de uzaklaştırılmasına neden olabilmektedir (Mazaheri vd., 2015). Khaoruf ve diğerlerinin (2019) koronal dentin yüzeylerine 15 sn. süre ile fosforik asit (jel ve likit) ve poliakrilik asit uygulaması gerçekleştirdikleri çalışmalarında, fosforik asidin daha başarılı yüzey hazırlığı yaptığına işaret etmişlerdir. Nitekim bu çalışmada da, bu bilgi ile uyumlu olarak, aralarında anlamlı istatistiksel farklılık olmasa da, fosforik asitin internal adaptasyon başarısı açısından poliakrilik asitin %20 dilüsyonuna göre daha önde olması daha kabul edilebilir bir yüzey hazırlığı yapmasına bağlanmıştır. Diş hekimliği literatüründe fosforik asitin cam iyonomer materyallerin uygulanmasından önce kavite şartlandırıcı olarak

kullanıldığına dair tespit edilebilir yeterli kanıt bulunmamasına karşın, fosforik asit ile ilgili çelişkili bulgular göze çarpmaktadır. Mazaheri ve diğerlerinin (2015) %20 akrilik asit, %35 fosforik asit, %12 sitrik asit ve %17 EDTA olmak üzere 4 farklı kavite şartlandırıcıyı süt dişlerine uygulayarak, yüksek viskoziteli cam iyonomer ile gerçekleştirdikleri restorasyonlarda oluşan mikrosızıntıyı değerlendirdikleri çalışmada, araştırmacılar en avantajlı bulguların %20 akrilik asit ve %17 EDTA yönünde olduğunu, fosforik asit açısından bu başarının sağlanamadığını vurgulamıştır. Benzer şekilde, Hamama vd. (2014) RMCİS'lerin kaviteye uygulanmalarından önce, %37 fosforik asiti, %25-30 poliakrilik asiti ve %20 poliakrilik asiti kavite şartlandırıcı olarak kullanmışlar ve örnekleri bağlanma dayanımı testine maruz bırakmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında elde ettikleri bulgulara göre; %37 fosforik asitin etkilerinin, poliakrilik asitteki kadar olumlu olmadığını belirtmiştir. Her ne kadar, bu iki çalışmanın bulguları bizim çalışmamızla örtüşmese de, çalışmalarda test edilen in-vitro parametrelerin farklı olması ve metodolojik dizayn farklılıklarının bulunmasının bu duruma sebep olduğu düşünülmektedir. Fosforik asidin yüzey şartlandırıcı olarak kullanımlarına dair bir çalışma olan Suresh ve diğerlerinin (2023) gerçekleştirdiği çalışmada, yüksek viskoziteli cam iyonomer uygulaması öncesi %10 poliakrilik asitin ve %37 fosforik asidin etkileri daimî dişler üzerinde incelenmiştir. Çalışmanın sunduğu sonuçlara göre, %37 fosforik asit kullanımının yüksek viskoziteli cam iyonomerlerin dentine daha yüksek penetrasyon derinliği sağlamasında etkili olduğu bulunmuştur. Ek olarak, Imbery ve diğerlerinin (2013) çürüksüz üçüncü molar dişlerin okluzal yüzeylerinde yaptıkları çalışmada, 3 farklı RMCİS uygulaması öncesi 10 sn. süreyle %35 fosforik asit, 10 sn. süreyle Cavity Conditioner (%20 poliakrilik asit + %3 alüminyum klorür), 60 sn. EDTA ve 15 sn. süre ile Ketac Primer (%10 poliakrilik asit) kullanmışlar ve bağlanma dayanımlarını değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, en yüksek başarının %35 fosforik asit uygulanan örneklerde olduğunu belirtmişlerdir. Suresh ve diğerlerinin (2023) ve Imbery ve diğerlerinin (2013) belirttiği bu bulgular çalışmamızla uyumluluk göstermektedir. Diş hekimliği literatüründe, fosforik asit ve poliakrilik asit (%20) ile ilgili farklı çalışma sonuçları bulunsa da, bu tez çalışmasında her iki materyal de kabul edilebilir ve birbirine yakın internal adaptasyon başarısı sunmuştur. Özellikle bu iki materyalin kavite şartlandırıcı olarak kullanımlarından sonra, kavite için cam hibrit restoratif materyal gibi yüksek başarıları kanıtlanmış bir materyal ile restore edilmiş olmalarının da internal adaptasyon başarısını artırmış olabileceğini düşünmekteyiz. Bu bağlamda, cam hibrit restoratif materyal uygulanmış örneklerin başarıları sadece kavite şartlandırıcılara bağlanmamalı, restoratif materyalin de etkisi göz ardı edilmemelidir. Ancak, literatürde süt dişleri üzerinde uygulanmış çok az sayıda internal adaptasyon çalışması bulunması nedeniyle, bu konuda ileri çalışmaların gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Çalışmamızın cam hibrit restoratif materyal uygulanan örneklerinde, kavite şartlandırıcı materyaller arasında yapılan ikili analizlerde poliakrilik asidin 2 farklı dilüsyonu arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulgulanmamış olsa da, %20 poliakrilik asit materyali %10 poliakrilik asit materyaline göre daha başarılı internal adaptasyon sonuçları sunmuştur. Belirtildiği üzere, diş hekimliği literatüründe farklı kavite şartlandırıcıların uygulanmasından sonra internal adaptasyonu üç boyutlu olarak değerlendiren tespit edilebilir bir örnek çalışma bulunmaması nedeniyle, sonuçlar daha farklı başarı parametrelerini değerlendiren önceki çalışmalar üzerinden tartışılmıştır. Nitekim, Pereira ve diğerlerinin (1997) gerçekleştirdiği ve sıgır kesici dişleri kullanılan bir çalışmada, %10 ve %20 poliakrilik asit 10 sn. süreyle kavitelere uygulanmış ve RMCİS (Fuji II LC) ve geliştirilmiş versiyonu (Fuji II LC-I) ile restorasyonlar tamamlanarak sonrasında bağlanma kuvvetleri ölçülmüştür. Araştırmacılar %20 poliakrilik asit kullanılan örneklerdeki bağlanma dayanım değerlerinin daha kabul edilebilir seviyede olduğunu belirtmiştir. Lugassy vd. (2018) ise, daimî insan dişlerinde yaptığı çalışmada, 20 sn. süreyle %10 poliakrilik asit, 10 sn. süreyle de %20 poliakrilik asiti kavite şartlandırıcı olarak uygulanmıştır. Araştırmacılar cam iyonomer restorasyon (EQUİA™) uygulanan örneklerde, hem dentin hem de minde farklı konsantrasyonlar arasında mikrosızıntı miktarı açısından istatistiksel bir farklılık olmadığını bildirmiştir. Bu bulgu, çalışmamızın cam hibrit restoratif uygulanan örnekleri açısından uyumluluk göstermektedir. Bununla birlikte, aralarında istatistiksel farklılık bulgulanmamış olsa da, cam hibrit restoratif materyal uygulanan örneklerde, %20 poliakrilik asitin %10 dilüsyonuna göre daha başarılı sonuçlar gösterdiği çalışmamızın bu bölümüne ait ana bulguları arasındadır. Bununla ilişkili olarak, Es-Souni vd. (2002) cam iyonomer restorasyonların uygulanması öncesinde dental yüzeyin poliakrilik asit ile şartlandırılmasının, yüzeyde ince bir polimerik film tabakası oluşumuna yol açtığı sonucuna varmıştır. Araştırmacılar bu film tabakasının bir primer görevi görebileceğini ve bu kapsamda adezyonun artabileceğini vurgulamıştır. Bu çalışmadaki araştırmacıların belirttiği görüşe dayanarak, poliakrilik asitin dilüsyonunun artmasının bağlantıyı bu şekilde artırabileceği düşünülmekte ve çalışmamızda da %20 poliakrilik asit kullanımında %10 poliakrilik asit dilüsyonuna göre daha kaliteli internal adaptasyon bulgusu tespit edilmiş olması bu duruma bağlanmaktadır. Ancak, bu iki materyalin de internal adaptasyon ve diğer parametreler bazında başarılarının konfirme edilmesi açısından ileri çalışmalara ihtiyaç bulunduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın geleneksel cam iyonomer restoratif materyal uygulanan örneklerinde, internal adaptasyon kalitesi bakımından en iyi ortalama değer %35 fosforik asit grubunda gözlenirken, %10 poliakrilik asit en zayıf internal adaptasyon kalitesini göstermiştir.

Geleneksel cam iyonomer restoratif materyal uygulanan örneklerde, %10 poliakrilik asit kavite şartlandırıcı materyali diğer kavite şartlandırıcılara göre istatistiksel anlamlı farklılık sunacak şekilde daha başarısız internal adaptasyon bulgusu göstermiştir. Bu durum, cam hibrit restoratif materyal uygulanan örneklerdeki sonuçlardan farklılık göstermektedir. Bu bulgu, poliakrilik asitin konsantrasyonu azaldıkça geleneksel cam iyonomerlerin kaviteye daha iyi adapte olmasını sağlayacak yüzey koşullarının hazırlanmasında sorunlar olduğunu göstermektedir. Ayrıca, geleneksel cam iyonomer materyallerin uygulanmasından önce kavite şartlandırıcı olarak kullanılan %10 poliakrilik asitin, diğer ajanlara göre daha başarısız internal adaptasyon sonuçları sunması; geleneksel cam iyonomerler ile cam hibrit restoratifler arasındaki kimyasal kompozisyon farklılıklarına da bağlanabilir. Bu bulgularla ilişkili olarak, Khan vd. (2022), süt dişlerinde geleneksel cam iyonomer restorasyonlar öncesinde kavite şartlandırıcı materyaller olarak %37 fosforik asit, %2 klorheksidin diglukonat ve %10 poliakrilik asit kullanmış ve mikrosızıntı ile bağlanma dayanımı bulgularını değerlendirmiştir. Buna göre, fosforik asidin en az mikrosızıntı ve en fazla bağlanma dayanımı gösterdiği bildirilmiştir. Bu bulgu çalışmamızın bu bölümünün sonuçları ile uyumluluk göstermekte olup, ilk bölümde belirtildiği üzere, literatürde yapılan internal adaptasyon çalışmalarındaki kanıt ve veri eksiklikleri nedeniyle karşılaştırmalı bulgu tartışmaları benzer kavite şartlandırıcıların diğer in-vitro testlerindeki parametrelerine (bağlanma dayanımı, makaslama direnci, mikrosızıntı gibi) ait sonuçlar üzerinden yürütülmüştür. Öte yandan, geleneksel cam iyonomer restoratif materyal uygulanan örneklerde, sayısal olarak %35 fosforik asitin ve kontrol grubu olan %20 poliakrilik asitin en iyi internal adaptasyon başarısı sunan kavite şartlandırıcı materyaller olduğu, ancak kendi aralarında istatistiksel anlamlı bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, çalışmamızın cam hibrit restoratif uygulamaları bölümündeki %35 fosforik asit ve kontrol grubu olan %20 poliakrilik asit ilişkisi ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, aralarında istatistiksel anlamlı farklılık olmamasına rağmen, geleneksel cam iyonomer restorasyonlar öncesinde kavite şartlandırıcı olarak kullanılan %35 fosforik asit materyali kontrol grubu olan %20 poliakrilik asit materyalinden daha başarılı internal adaptasyon sonuçları göstermiş ve %35 fosforik asitin uygulandığı örneklerde kavite-restoratif materyal arayüzünde internal adaptasyon kalitesizliğine işaret eden boşluklar daha az miktarda tespit edilmiştir. Cam hibrit restoratif materyal uygulanan örneklerdeki sonuçlarla uyumluluk gösteren bu bulgu birtakım dentin yüzey özelliklerine bağlanabilir. Bununla ilişkili olarak, Khaoruf vd. (2019) koronal dentin yüzeylerine 15 sn. süre ile fosforik asit ve poliakrilik asit uygulaması gerçekleştirmişler, poliakrilik asidin 15 sn. boyunca uygulanmasının dentini belirgin bir şekilde demineralize etmediği bulgusunu savunmuşlardır. Khaoruf ve diğerlerinin (2019) bildirdiği bu bulguya dayanarak, istatistiksel anlamlı farklılıklar izlenmese de, fosforik

asidin poliakrilik asite (%20) göre artmış başarısı dentin yüzeyinde gösterdiği başarılı yüzey hazırlığına bağlanabilir. Ancak bu konunun da internal adaptasyon kalitesi bazında doğrulanması açısından, ileri çalışmalar ile desteklenmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızın bir diğer bölümünde, örneklere uygulanan her kavite şartlandırıcı materyalin kendi içinde restoratif materyallerin birbirleri ile olan istatistiksel karşılaştırmalarına yer verilmiştir. Bu sonuçlara göre, kavite şartlandırıcı olarak uygulanan %10 poliakrilik asit, kontrol grubu olan %20 poliakrilik asit ve %35 fosforik asit gruplarında cam hibrit restoratif materyaller, geleneksel cam iyonomer restoratif materyallere göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıkla daha başarılı internal adaptasyon sonuçları göstermiştir. Bu durum, %10 poliakrilik asit, %20 poliakrilik asit ve %35 fosforik asit uygulanan örneklerde, cam hibrit restoratiflerin kavite-restorasyon arayüzünde internal adaptasyon kalitesizliğine işaret eden boşluklara daha az neden olduğunu göstermektedir. Buna binaen, cam hibrit restoratif materyallerin geleneksel cam iyonomerlere göre internal adaptasyon açısından daha başarılı etkiler sunduğunu söylemek mümkündür. Buna karşın, kavite şartlandırıcı olarak uygulanan %17 EDTA grubunda cam hibrit restoratif materyaller ile geleneksel cam iyonomer restoratif materyaller arasında internal adaptasyon kalitesi bakımından istatistiksel anlamlı farklılıklar izlenmemiştir. Bu bulgu, %17 EDTA materyalinin kavite şartlandırıcı olarak uygulanması halinde, her iki restoratif materyalin uygulanacağı yüzeylerde benzer bağlanma etkisi yaratmış olmasına ve EDTA'nın her iki restoratif materyalin benzer şekilde kaviteye adapte olacağı bir yüzey hazırlığı oluşturmuş olmasına bağlanmaktadır. Ancak bu sonuçların doğrulanması için adaptasyon yüzeylerinin ileri değerlendirme metotları ile inceleneceği geniş kapsamlı internal adaptasyon çalışmalarına ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

Her in-vitro çalışmada olduğu gibi bu tez çalışmasının da bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Bunlardan ilki, çalışma protokolüne dahil edilen her dişin farklı hastalardan çekilmiş olmaları nedeniyle farklı kimyasal ve dental özellikler sunmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim, çekilmiş dişler mineralizasyon değerleri, dental yaş, dentin tübüllerinin çapı, yoğunluğu ve oryantasyonları, kollajen yapıları gibi parametreler bazında, adezyon ve adezyonla ilişkili internal adaptasyon analizini etkileyebilecek önemli farklılıklar gösterebilir. Bu farklılıkların ihtimal dahilinde olması nedeniyle, çalışmamızda çekilmiş dişlerin çalışma gruplarına alokasyonları randomizasyon prensibine dayanarak gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, bu tez çalışmasının en önemli kısıtlılıklarından biri de, kavitelerin önce kavite şartlandırıcı materyallere maruz bırakılması ve ardından restoratif

prosedürlerin uygulanarak internal adaptasyon bulgularının değerlendirilmesidir. Bu noktada, internal adaptasyon başarısının ya da başarısızlığının kavite şartlandırıcı materyale mi yoksa uygulanan farklı cam iyonomer materyale mi bağlı olduğu konusundaki durumlar da çalışmamız için bir limitasyon oluşturabilir. Bu kapsamda, ileri çalışmalar ile bu tez çalışmasındaki bulguların doğrulanması son derece gereklidir. Ek olarak, herhangi bir kısıtlılık olarak sayılmasa da, belirtildiği üzere, diş hekimliği literatüründe kavite şartlandırıcı materyalleri konu alan in-vitro çalışmalar genel olarak bağlanma dayanımları ya da mikrosızıntı parametreleri üzerine yoğunlaşmıştır. Bu kapsamda, bu tez çalışmasının sonuçlarının literatürde yer alan önceki sonuçlarla tam olarak karşılaştırmalı değerlendirmesinde bazı eksikler bulunmaktadır. Bu açıdan süt dişlerinde kavite şartlandırıcıların kullanımlarından sonra uygulanan cam iyonomer restorasyonların internal adaptasyonlarını ele alan ileri ve geniş kapsamlı araştırmalar ile bu tez çalışmasındaki bulguların doğrulanması son derece önemli ve gereklidir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı tip cam iyonmer restoratif materyallerin uygulanmasından önce kullanılan farklı kavite şartlandırıcı materyallerin, restorasyonların kavite-restoratif materyal arayüzündeki internal adaptasyonlarına olan etkilerinin Mikro-BT ile in-vitro koşullar altında değerlendirildiği bu tez çalışmasının sonuçlarına göre,

1. Cam hibrit restoratif materyal uygulanan örneklerde, restoratif materyal-kavite arayüzünde oluşan internal adaptasyon başarısı açısından kavite şartlandırıcılar arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmiş olup, bu nedenle birinci H0 hipotezi reddedilmiştir. Cam hibrit restoratif materyal uygulanan örneklerde, aralarında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmese de, en iyi internal adaptasyon başarısını %35 fosforik asit ve %20 poliakrilik asit materyalleri sunmuştur. Bu bölümde en başarısız internal adaptasyon kalitesi %17 EDTA grubunda izlenmiştir.
2. Geleneksel cam iyonmer restoratif materyal uygulanan örneklerde, restoratif materyal-kavite arayüzünde oluşan internal adaptasyon başarısı açısından kavite şartlandırıcılar arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmiş olup, bu nedenle ikinci H0 hipotezi de reddedilmiştir. Geleneksel cam hibrit restoratif materyal uygulanan örneklerde, tıpkı cam hibrit restoratiflerde olduğu gibi, aralarında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmese de, en iyi internal adaptasyon başarısını %35 fosforik asit ve %20 poliakrilik asit materyalleri sunmuştur. Ancak, ilk bölümden farklı olarak bu bölümde en başarısız internal adaptasyon kalitesini %10 poliakrilik asit materyali sunmuştur.
3. %17 EDTA hariç, diğer kavite şartlandırıcıların uygulandığı örneklerde, cam hibrit restoratif materyaller geleneksel cam iyonmer materyallere göre anlamlı düzeyde daha fazla internal adaptasyon başarısı sunmuştur. Bu kapsamda, üçüncü, dördüncü ve altıncı H0 hipotezleri reddedilmiş olup, beşinci H0 hipotezi kabul edilmiştir.
4. Bu tez çalışmasının sonuçlarına göre, sundukları internal adaptasyon başarısı açısından, kavite şartlandırıcı olarak %35 fosforik asit ve kontrol grubu olan %20 poliakrilik asit materyalleri, restoratif materyal olarak ise cam hibritler daha etkin sonuçlar göstermiştir. Çalışmamızın in-vitro tasarımı kaynaklı olarak bu sonuçlar ışığında klinik öneri yapmaktan çok, bu materyallerin kullanıldığı ileri randomize klinik çalışmaların planlanması gerektiğini ve bu çalışmaların

sonuçlarına göre klinik önerilerde bulunulmasının daha uygun olacağını düşünmekteyiz.



KAYNAKLAR

- Abdelrahman, M. H., Mahmoud, E. M., Ghoneim, M. M., & Kammar, A. A. (2016). Comparative study of microleakage and shear bond strength between bulk fill and self adhesive flowable composite resins. *Alexandria Dental Journal*, 41(3), 322-327. doi: 10.21608/adjalexu.2016.58047
- Aboush, Y., & Jenkins, C. (1987). The effect of poly (acrylic acid) cleanser on the adhesion of a glass polyalkenoate cement to enamel and dentine. *Journal of Dentistry*, 15(4), 147-152.
- Akar, Ç. (2014). *Türkiye’de ağız-diş sağlığı hizmetlerinin strateji değerlendirmesi*. Ankara: Türk Dişhekimleri Birliği Yayınları, Araştırma Dizisi, 9: 85-92.
- Al-Abdi, A., Paris, S., & Schwendicke, F. (2017). Glass hybrid, but not calcium hydroxide, remineralized artificial residual caries lesions in vitro. *Clinical Oral Investigations*, 21, 389-396.
- Alani, A. H., & Toh, C. G. (1997). Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Operative Dentistry*, 22(4), 173-185.
- Aldrigui, J. M., Abanto, J., Carvalho, T. S., Mendes, F. M., Wanderley, M. T., Bönecker, M., & Raggio, D. P. (2011). Impact of traumatic dental injuries and malocclusions on quality of life of young children. *Health and Quality of Life Outcomes*, 9, 1-7. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-9-78>
- Aljarallah, F. A., Alghanim, H. Z., Alanazi, A. B. T., Alrafie, K. A., Bin Jammaz, A. I., Alhakami, A. H., Aldurgham, S. A. M., Abulaban, R. M., Alsaggaf, S. H., & Suhaqi, S. B. (2018). Prevalence of early childhood caries. *Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 70(1), 1-7. <https://doi.org/10.12816/0044523>
- Altun, C. (2004). Microleakage in restorative dentistry. *Gülhane Tıp Dergisi*, 46, 264.
- Amerongen, J., Amerongen, W., Watson, T., Opdam, N., Roeters, F., & Bittermann, D. (2003). *Restoring the tooth: ‘the seal is the deal’*. In O. Fejerskov, & E. Kidd (Eds.), *Dental caries: The disease and its clinical management* (pp. 275-290). Oxford: Blackwell Munksgaard.
- Anja B., Walter, D., Cavalli, N., Ferrari, M., Pezelj Ribarić, S., & Miletic, I. (2015). Influence of air abrasion and sonic technique on microtensile bond strength of one-step self-etch adhesive on human dentin. *The Scientific World Journal*, 2015, 368745.
- Anusavice, K. J., & Phillips, R. W. (2003). *Science of dental materials* (11. baskı). St. Louis, MO: WB Saunders.
- Aratani, M., Pereira, A. C., Correr-Sobrinho, L., Sinhoreti, M. A. C., & Consani, S. (2005). Compressive strength of resin-modified glass ionomer restorative material: Effect of P/L ratio and storage time. *Journal of Applied Oral Science*, 13, 356-359. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572005000400018>
- Arkin, E. B. (1986). The Healthy Mothers, Healthy Babies Coalition: Four years progress. *Public Health Reports*, 101(2), 147-156.

- Arita, K., Lucas, M. E., & Nishino, M. (2003). The effect of adding hydroxyapatite on the flexural strength of glass ionomer cement. *Dental Materials Journal*, 22(2), 126-136. doi: 10.4012/dmj.22.126. PMID: 12873116.
- Attin, T., Buchalla, W., Kielbassa, A. M., & Hellwig, E. (1995). Curing shrinkage and volumetric changes of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dental Materials*, 11(5-6), 359-362.
- Avila, W. M., Hesse, D., & Bonifacio, C. C. (2019). Surface conditioning prior to the application of glass-ionomer cement: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Adhesive Dentistry*, 21(5), 391-399. doi: 10.3290/j.jad.a43183. PMID: 31624804.
- Ayaz, D. F., Taętekin, D., & Yanıkoğlu, F. (2011). Dentine bağlanma ve değerlendirme metodları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi Dergisi*, 2011(4), 49-56.
- Bakhsh, T. A., Altouki, N. H., Baesa, L. S., Baamer, R. A., Alshebany, R. M., Natto, Z., Nasir, A., Turkistani, A., Hasanain, F., & Naguib, G. H. (2019). Effect of self-etch adhesives on the internal adaptation of composite restoration: A CP-OCT study. *Odontology*, 107(2), 165-173. doi: 10.1007/s10266-018-0381-2. Epub 2018 Aug 9. PMID: 30094650.
- Balkaya, H., Arslan, S., & Pala, K. (2019). A randomized, prospective clinical study evaluating effectiveness of a bulk-fill composite resin, a conventional composite resin and a reinforced glass ionomer in Class II cavities: one-year results. *Journal of Applied Oral Science*, 27, e20180678.
- Ballal, N. V., Mala, K., & Bhat, K. S. (2011). Evaluation of decalcifying effect of maleic acid and EDTA on root canal dentin using energy dispersive spectrometer. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 112(2), e78-e84. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2011.03.001>
- Behle, C. (1997). Conservative direct and indirect resin posterior restorative alternatives for cracked dentition. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry: PPAD*, 9(4), 405-413;
- Beltes, P., Koulaouzidou, E., Kolokuris, I., & Kortsaris, A. H. (1997). In vitro evaluation of the cytotoxicity of two glass-ionomer root canal sealers. *Journal of Endodontics*, 23(9), 572-574.
- Benelli, E. M., Serra, M. C., Rodrigues, A. L. Jr., & Cury, J. A. (1993). In situ anticariogenic potential of glass ionomer cement. *Caries Research*, 27(4), 280-284. <https://doi.org/10.1159/000261551>
- Bilgin, Z. (2000). Pedodontide rezin modifiye cam iyonomer simanlar ve kompomerler. *Ank. Ü. Diş Hek. Fak. Derg*, 27(3), 439-444.
- Bishara, S. E., VonWald, L., Laffoon, J. F., & Jakobsen, J. R. (2000). Effect of changing enamel conditioner concentration on the shear bond strength of a resin-modified glass ionomer adhesive. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 118(3), 311-316. <https://doi.org/10.1067/mod.2000.108682>
- Black, G. V. (1917). *The pathology of the hard tissues of the teeth* (Vol. 1). Medico-Dental Publishing Company.

- Bona, Á. D., Pinzetta, C., & Rosa, V. (2007). Effect of acid etching of glass ionomer cement surface on the microleakage of sandwich restorations. *Journal of Applied Oral Science*, 15, 230-234. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572007000300014>
- Bonifácio, C. C., Werner, A., & Kleverlaan, C. J. (2012). Coating glass-ionomer cements with a nanofilled resin. *Acta Odontologica Scandinavica*, 70(6), 471-477. <https://doi.org/10.3109/00016357.2011.639307>
- Bonifácio, C., Kleverlaan, C., Raggio, D. P., Werner, A., De Carvalho, R., & Van Amerongen, W. (2009). Physical-mechanical properties of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment. *Australian Dental Journal*, 54(3), 233-237. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2009.01125.x>
- Bouschlicher, M., Vargas, M., & Denehy, G. (1996). Effect of desiccation on microleakage of five Class 5 restorative materials. *Operative Dentistry*, 21(2), 90-95.
- Braga, R. R., Meira, J. B., Boaro, L. C., & Xavier, T. A. (2010). Adhesion to tooth structure: A critical review of “macro” test methods. *Dental Materials*, 26(2), e38-e49. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.150>
- Brkanović, S., Ivanišević, A., Miletić, I., Mezdić, D., & Jukić Krmek, S. (2021). Effect of nano-filled protective coating and different pH environment on wear resistance of new glass hybrid restorative material. *Materials (Basel)*, 14(4), 755. doi: 10.3390/ma14040755. PMID: 33562810; PMCID: PMC7915405.
- Buonocore, M. G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of Dental Research*, 34(6), 849-853. <https://doi.org/10.1177/00220345550340060801>
- Burke, E., & Qualtrough, A. (1994). Aesthetic inlays: composite or ceramic? *British Dental Journal*, 176(2), 53-60. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4808367>
- Castro, A., & Feigal, R. E. (2002). Microleakage of a new improved glass ionomer restorative material in primary and permanent teeth. *Pediatric Dentistry*, 24(1), 23-28.
- Cate, J. M. T. (1999). Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. *Acta Odontologica Scandinavica*, 57, 325-329. <https://doi.org/10.1080/000163599428562>
- Cehreli, S. B., Ebru, T. R., Yalcinkaya, Z., & Cehreli, Z. C. (2013). Microleakage of newly developed glass carbomer cement in primary teeth. *European Journal of Dentistry*, 7(1), 015-021. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1698990>
- Chailert, O., Banomyong, D., Vongphan, N., Ekworapoj, P., & Burrow, M. F. (2018). Internal adaptation of resin composite restorations with different thicknesses of glass ionomer cement lining. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 9, e12308. <https://doi.org/10.1111/jicd.12308>
- Chen, C. C., Huang, T. H., Kao, C. T., & Ding, S. J. (2006). Effect of conditioners on bond durability of resin composite to Nd: YAP laser-irradiated dentin. *Dental Materials Journal*, 25(3), 463-469. <https://doi.org/10.4012/dmj.25.463>

- Choi, J. Y., Lee, H. H., & Kim, H. W. (2008). Bioactive sol-gel glass added ionomer cement for the regeneration of tooth structure. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 19(10), 3287-3294. doi: 10.1007/s10856-008-3464-8. Epub 2008 May 16. PMID: 18483787.
- Chuang, S.-F., Liu, J.-K., & Jin, Y.-T. (2001). Microleakage and internal voids in Class II composite restorations with flowable composite linings. *Operative Dentistry*, 26(2), 193-200. doi: 10.1067/mpr.2001.113780
- Conrad, H. J., Seong, W. J., & Pesun, I. J. (2007). Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(5), 389-404. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60124-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60124-3)
- Cortes, O., Garcia, C., Perez, L., & Bravo, L. A. (1998). A comparison of the bond strength to enamel and dentin of two compomers: an in vitro study. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, 65(1), 29-31.
- Cortes, O., Garcia-Godoy, F., & Boj, J. (1993). Bond strength of resin-reinforced glass ionomer cements after enamel etching. *American Journal of Dentistry*, 6(6), 299-301.
- Craig, G., Powell, K., & Cooper, M. (1981). Caries progression in primary molars: 24-month results from a minimal treatment programme. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 9(6), 260-265. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1981.tb00342.x>
- Crisp, S., Ferner, A., Lewis, B., & Wilson, A. (1975). Properties of improved glass-ionomer cement formulations. *Journal of Dentistry*, 3(3), 125-130. [https://doi.org/10.1016/0300-5712\(75\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0300-5712(75)90063-9)
- Crisp, S., Lewis, B. G., & Wilson, A. D. (1977). Characterisation of glass-ionomer cements. *Journal of Dentistry*, 5(2), 117-120. [https://doi.org/10.1016/0300-5712\(77\)90070-7](https://doi.org/10.1016/0300-5712(77)90070-7)
- Croll, T. P., & Nicholson, J. W. (2002). Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 423-429.
- Croll, T., & Helpin, M. (1995). Class II Vitremer restoration of primary molars. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, 62(1), 17-21.
- Croll, T., Killian, C., & Helpin, M. (1993). A restorative dentistry renaissance for children: light-hardened glass ionomer/resin cement. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, 60(2), 89-94.
- Çehreli, Z. (1997). *Poliasitle modifiye kompozit rezinlerin süt ve daimî diş minesine bağlanma kuvvetlerinin in-vitro koşullarda incelenmesi*. [Doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Dallı, M., Çolak, H., & Hamidi, M. M. (2012). Minimal intervention concept: a new paradigm for operative dentistry. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 3(3), 167-175. <https://doi.org/10.1111/j.2041-1626.2012.00117.x>
- Davidson, C. L. (2006). Advances in glass-ionomer cements. *Journal of Applied Oral Science*, 14, 3-9. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572006000700002>

- Demirel, A. (2021a). The smear layer removal efficiency of different concentrations of EDTA in primary teeth: A SEM study. *Cumhuriyet Dental Journal*, 24(1), 57-65.
- Demirel, A., Orhan, A. I., & Büyüksungur, A. (2023). The assessment of internal adaptation and fracture resistance of glass ionomer and resin-based restorative materials applied after different caries removal techniques in primary teeth: an in-vitro study. *PeerJ*, 11, e14825. <https://doi.org/10.7717/peerj.14825>
- Demirel, A., Yüksel, B. N., Ziya, M., Gümüş, H., Doğan, S., & Sari, Ş. (2019). The effect of different irrigation protocols on smear layer removal in root canals of primary teeth: a SEM study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 77(5), 380-385. <https://doi.org/10.1080/00016357.2019.1577491>
- Demirel, G., Orhan, A. I., Irmak, O., Aydın, F., Büyüksungur, A., Bilecenoğlu, B., & Orhan, K. (2021b). Effects of preheating and sonic delivery techniques on the internal adaptation of bulk-fill resin composites. *Operative Dentistry*, 46(2), 226-233. doi: 10.2341/19-241-L. PMID: 34242394.
- De Munck, J. D., Van Landuyt, K., Peumans, M., Poitevin, A., Lambrechts, P., Braem, M., & Van Meerbeek, B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of Dental Research*, 84(2), 118-132. <https://doi.org/10.1177/154405910508400204>
- DeWald, J. P. (1997). The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: A review of infection control considerations. *Dental Materials*, 13(2), 74-81. doi: 10.1016/s0109-5641(97)80015-2. PMID: 9467308.
- De Witte, A. M., De Maeyer, E. A., Verbeeck, R. M., & Martens, L. C. (2000). Fluoride release profiles of mature restorative glass ionomer cements after fluoride application. *Biomaterials*, 21(5), 475-482. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(99\)00188-X](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(99)00188-X)
- Déjou, J., Sindres, V., & Camps, J. (1996). Influence of criteria on the results of in vitro evaluation of microleakage. *Dental Materials*, 12(6), 342-349. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(96\)80044-3](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(96)80044-3)
- DeSchepper, E. J., Berry III, E. A., Cailleteau, J., & Tate, W. (1991). A comparative study of fluoride release from glass-ionomer cements. *Quintessence International*, 22(3), 199-204.
- Diem, V. T. K., Tyas, M. J., Ngo, H. C., Phuong, L. H., & Khanh, N. D. (2014). The effect of a nano-filled resin coating on the 3-year clinical performance of a conventional high-viscosity glass-ionomer cement. *Clinical Oral Investigations*, 18, 753-759. doi: 10.1007/s00784-013-1026-z
- Dietschi, D., Monasevic, M., Krejci, I., & Davidson, C. (2002). Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. *Journal of Dentistry*, 30(5-6), 259-269 doi: 10.1016/s0300-5712(02)00041-6. PMID: 12450717.
- Di Nicoló, R., Shintome, L. K., Myaki, S. I., & Nagayassu, M. P. (2007). Bond strength of resin modified glass ionomer cement to primary dentin after cutting with different bur types and dentin conditioning. *Journal of Applied Oral Science*, 15, 459-464. doi: 10.1590/s1678-77572007000500016

- Dionysopoulos, D., & Koliniotou-Koumpia, E. (2014). SEM evaluation of internal adaptation of bases and liners under composite restorations. *Dentistry Journal*, 2(2), 52-64. <https://doi.org/10.3390/dj2020052>
- Duarte Jr, S., & Saad, J. R. C. (2008). Marginal adaptation of Class 2 adhesive restorations. *Quintessence International*, 39(5), 413-417.
- Earl, M., Hume, W., & Mount, G. (1985). Effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass-ionomer cement surface. *Australian Dental Journal*, 30(4), 298-301. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1985.tb02513.x>
- Eick, J. D., & Welch, F. H. (1986). Polymerization shrinkage of posterior composite resins and its possible influence on postoperative sensitivity. *Quintessence International*, 17(2), 103-111.. PMID: 3457396.
- El-Askary, F. S., & Nassif, M. S. (2011). The effect of the pre-conditioning step on the shear bond strength of nano-filled resin-modified glass-ionomer to dentin. *European Journal of Dentistry*, 5(02), 150-156. doi: 10.1055/s-0039-1698872
- El Mallakh, B., & Sarkar, N. (1990). Fluoride release from glass-ionomer cements in de-ionized water and artificial saliva. *Dental Materials*, 6(2), 118-122. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(05\)80041-7](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(05)80041-7)
- El Naga, M. A., Qian, F., Denehy, G. E., Quock, R. L., & Armstrong, S. R. (2020). Marginal adaptation and internal indentation resistance of a Class II bulk-fill resin-based composite. *American Journal of Dentistry*, 33(3), 145-150. PMID: 32470240.
- Engelmann, J., Janke, V., Volk, J., Leyhausen, G., Von Neuhoff, N., Schlegelberger, B., & Geurtsen, W. (2004). Effects of BisGMA on glutathione metabolism and apoptosis in human gingival fibroblasts in vitro. *Biomaterials*, 25(19), 4573-4580. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2003.11.048>
- Ericson, D., Kidd, E., McComb, D., Mjör, I., & Noack, M. J. (2003). Minimally invasive dentistry—concepts and techniques in cariology. *Oral Health & Preventive Dentistry*, 1, 59-72.
- Erickson, R. (1989). Mechanism and clinical implications of bond formation for two dentin bonding agents. *American Journal of Dentistry*, 2, 117-123. PMID: 2517773
- Erik, C. E., Maden, M., & Çelik, G. (2018). Endodontide kullanılan irrigasyon solüsyonları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(3), 31-38. <https://doi.org/10.22312/sdusbed.298963>
- Ersen, K. A., Gürbüz, Ö., & Özcan, M. (2020). Evaluation of polymerization shrinkage of bulk-fill resin composites using microcomputed tomography. *Clinical Oral Investigations*, 24, 1687-1693. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-03025-5>
- Ersin, N. K., Candan, U., Aykut, A., Eronat, C., & Kose, T. (2006). A clinical evaluation of resin-based composite and glass ionomer cement restorations placed in primary teeth using the ART approach: Results at 24 months. *The Journal of the American Dental Association*, 137(11), 1529-1536. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0087>

- Erten, H. (2003). Tükürüğün ağız-diş sağlığı bakımından önemi ve koruyucu fonksiyonları. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 20, 61-65.
- Es-Souni, M., Fischer-Brandies, H., Zaporoshenko, V., & Es-Souni, M. (2002). On the interaction of polyacrylic acid as a conditioning agent with bovine enamel. *Biomaterials*, 23(14), 2871-2878. PMID: 12069327.
- Fabian, D., Sabol, M., Domaracká, K., & Bujnáková, D. (2006). Essential oils--their antimicrobial activity against *Escherichia coli* and effect on intestinal cell viability. *Toxicology In Vitro*, 20(8), 1435-1445. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2006.06.012>
- Falahzadeh, F., Yousefi, A., & Parsafar, A. (2011). Evaluating the microleakage of Class V cavity preparations restored with resin composite and resin modified glass ionomer. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*, 20(77), 8-14.
- Featherstone, J. D. (1999). Prevention and reversal of dental caries: Role of low level fluoride. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 27(1), 31-40. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1999.tb01989.x>
- Feilzer, A. J., De Gee, A. J., & Davidson, C. L. (1987). Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *Journal of Dental Research*, 66(11), 1636-1639. <https://doi.org/10.1177/00220345870660110601>
- Fejerskov, O., Nyvad, B., & Kidd, E. (2015). *Dental caries: The disease and its clinical management* (3rd ed.). Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Floriani, D. H., Rached, R. N., Ignácio, S. A., & Souza, E. M. (2022). Internal adaptation of cusp-weakened Class I preparations restored with bulk-fill, bi-layered, and incremental restorative techniques: A micro-CT analysis. *Operative Dentistry*, 47(5), 527-534. doi: 10.2341/20-244-L. PMID: 36121720.
- Forss, H., & Seppä, L. (1990). Prevention of enamel demineralization adjacent to glass ionomer filling materials. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 98(2), 173-178. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1990.tb00957.x>
- Fraga, R. C., Siqueira Jr, J., & de Uzeda, M. (1996). In vitro evaluation of antibacterial effects of photo-cured glass ionomer liners and dentin bonding agents during setting. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 76(5), 483-486. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(96\)90005-0](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(96)90005-0)
- Frankenberger, R., Krämer, N., Pelka, M., & Petschelt, A. (1999). Internal adaptation and overhang formation of direct Class II resin composite restorations. *Clinical Oral Investigations*, 3(4), 208-215. <https://doi.org/10.1007/s007840050103>
- Frankenberger, R., Sindel, J., & Krämer, N. (1997). *Viscous glass-ionomer cements: A new alternative to amalgam in the primary dentition?* Quintessence International, 28(10), 659-666.
- Frencken, J., Van't Hof, M., Taifour, D., & Al-Zaher, I. (2007). Effectiveness of ART and traditional amalgam approach in restoring single-surface cavities in posterior teeth of permanent dentitions in school children after 6.3 years. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 35(3), 207-214. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2006.00322.x>

- Friedl, K. H., Schmalz, G., Miller, K. A., & Shams, M. (1997). Resin-modified glass ionomer cements: Fluoride release and influence on *Streptococcus mutans* growth. *European Journal of Oral Sciences*, 105(1), 81-85. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1997.tb00184.x>
- GC America. (n.d.). EQUIA Forte®: The next generation of glass ionomer technology. GC America.
- Ge, K. X., Quock, R., Chu, C. H., & Yu, O. Y. (2023). The preventive effect of glass ionomer cement restorations on secondary caries formation: A systematic review and meta-analysis. *Dental Materials*, 39(12), e1-e17. doi: 10.1016/j.dental.2023.10.008. Epub 2023 Oct 12. PMID: 37838608.
- Giray, F., Peker, S., Durmus, B., & Kargül, B. (2014). Microleakage of new glass ionomer restorative materials in permanent teeth. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 15, 122.
- Glasspoole, E. A., Erickson, R. L., & Davidson, C. L. (2002). Effect of surface treatments on the bond strength of glass ionomers to enamel. *Dental Materials*, 18(6), 454-462. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(01\)00068-9](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(01)00068-9)
- Gordan, V. (2000). Effect of conditioning times on resin-modified glass-ionomer bonding. *American Journal of Dentistry*, 13(1), 13-16.
- Gurgan, S., Kutuk, Z. B., Ergin, E., Oztas, S. S., & Cakir, F. Y. (2017). Clinical performance of a glass ionomer restorative system: a 6-year evaluation. *Clinical Oral Investigations*, 21(7), 2335-2343. doi: 10.1007/s00784-016-2028-4
- Gülşah, E. A., Hergüner-Siso, Ş., & Hakan, A. (2012). Termal siklus ve suda bekletmenin kendinden asitli adezivlerin dentine mikrogerilim bağlanma dayanımları üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2012, 125-131.
- Gwinnett, J. A., Tay, F. R., Pang, K., & Wei, S. H. (1995). Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative interfaces. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 74(6), 575-585. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(05\)80308-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(05)80308-7)
- Hamid, A., & Hume, W. (1997). The effect of dentine thickness on diffusion of resin monomers in vitro. *Journal of Oral Rehabilitation*, 24, 20-25 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1997.tb00255.x>
- Hamama, H., Burrow, M., & Yiu, C. (2014). Effect of dentine conditioning on adhesion of resin-modified glass ionomer adhesives. *Australian Dental Journal*, 59(2), 193-200. <https://doi.org/10.1111/adj.12169>
- Han, S. H., & Park, S. H. (2017). Comparison of internal adaptation in Class II bulk-fill composite restorations using Micro-CT. *Operative Dentistry*, 42(2), 203-214. doi: 10.2341/16-023-L. Epub 2016 Nov 28. PMID: 27892836.
- Han, S. H., Sadr, A., Shimada, Y., Tagami, J., & Park, S. H. (2019). Internal adaptation of composite restorations with or without an intermediate layer: Effect of polymerization shrinkage parameters of the layer material. *Journal of Dentistry*, 80, 41-48 <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.10.013>
- Han, S. H., Sadr, A., Tagami, J., & Park, S. H. (2016). Internal adaptation of resin composites at two configurations: Influence of polymerization shrinkage and stress. *Dental Materials*, 32(9), 1085-1094. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.06.005>

- Harris, R., Nicoll, A. D., Adair, P. M., & Pine, C. M. (2004). Risk factors for dental caries in young children: A systematic review of the literature. *Community Dental Health*, 21, 71-85.
- Heintze, S., Blunck, U., Göhring, T., & Rousson, V. (2009). Marginal adaptation in vitro and clinical outcome of Class V restorations. *Dental Materials*, 25(5), 605-620.
- Heintze, S. D. (2007). Systematic reviews: I. The correlation between laboratory tests on marginal quality and bond strength. II. The correlation between marginal quality and clinical outcome. *Journal of Adhesive Dentistry*, 9(1), 77-106.
- Heintze, S. D., Loguericio, A. D., Hanzen, T. A., Reis, A., & Rousson, V. (2022). Clinical efficacy of resin-based direct posterior restorations and glass-ionomer restorations - An updated meta-analysis of clinical outcome parameters. *Dental Materials*, 38(5), e109-e135. doi: 10.1016/j.dental.2021.10.018. Epub 2022 Feb 24. PMID: 35221127.
- Hewlett, E. R., Caputo, A. A., & Wroble, D. C. (1991). Glass ionomer bond strength and treatment of dentin with polyacrylic acid. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 66(6), 767-772. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(91\)90412-P](https://doi.org/10.1016/0022-3913(91)90412-P)
- Hicks, J., Garcia-Godoy, F., & Flaitz, C. (2004). Biological factors in dental caries: Role of remineralization and fluoride in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 3). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 28(3), 203-214. doi: 10.17796/jcpd.28.3.w06104271746j34n
- Holmes, J. R., Bayne, S. C., Holland, G. A., & Sulik, W. D. (1989). Considerations in measurement of marginal fit. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 25(4), 405-408. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(89\)90170-4](https://doi.org/10.1016/0022-3913(89)90170-4)
- Hotz, P., McLean, J., Sced, I., & Wilson, A. (1977). The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *British Dental Journal*, 142(2), 41-47. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bdj.4803864>
- Hübel, S., & Mejare, I. (2003). Conventional versus resin-modified glass-ionomer cement for Class II restorations in primary molars. A 3-year clinical study. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 13, 2-8. <https://doi.org/10.1046/j.1365-263X.2003.00416.x>
- Hume, W., & Mount, G. (1988). In vitro studies on the potential for pulpal cytotoxicity of glass-ionomer cements. *Journal of Dental Research*, 67(6), 915-918. <https://doi.org/10.1177/00220345880670060501>
- Imbery, T. A., Namboodiri, A., Duncan, A., Amos, R., Best, A. M., & Moon, P. C. (2013). Evaluating dentin surface treatments for resin-modified glass ionomer restorative materials. *Operative Dentistry*, 38(4), 429-438. doi: 10.2341/12-162-L. Epub 2012 Oct 22. PMID: 23088188.
- Inoue, S., Van Meerbeek, B., Abe, Y., Yoshida, Y., Lambrechts, P., Vanherle, G., & Sano, H. (2001). Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on micro-tensile bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Dental Materials*, 17(5), 445-455. doi: 10.1016/s0109-5641(01)00003-3. PMID: 11445212.

- Janczyk, P., Trevisi, P., Souffrant, W. B., & Bosi, P. (2008). Effect of thymol on microbial diversity in the porcine jejunum. *International Journal of Food Microbiology*, 126(1-2), 258-261. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.05.035>
- Kaczor-Wiankowska, K., Lipa, S., Krasowski, M., Sokołowski, J., Lewusz-Butkiewicz, K., & Nowicka, A. (2020). Evaluation of gap formation at the composite resin-tooth interface after using universal adhesives: In vitro SEM study using the replica technique. *Microscopy Research and Technique*, 83(2), 176-185. <https://doi.org/10.1002/jemt.23400>
- Kaczor-Wiankowska, K., Puszkarz, A. K., Palczewska-Komsa, M., Lipa, S., Krasowski, M., Sokołowski, J., Lewusz-Butkiewicz, K., Ulacha, K., & Nowicka, A. (2024). Internal adaptation of composite fillings made using universal adhesives—A micro-computed tomography analysis. *Materials (Basel)*, 17(3), 636. doi: 10.3390/ma17030636. PMID: 38591452; PMCID: PMC10856209.
- Kamay, I. C. (2015). Diş çürüğü ve tarihteki öyküsü. *Antropoloji*, 29, 17-28. https://doi.org/10.1501/antro_0000000310
- Kanık, Ö., & Türkün, L. Ş. (2016). Restoratif cam iyonomer simanlarda güncel yaklaşımlar. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 37(2), 54-65.
- Karasu, D. P., & Sertgöz, A. (2012). Adezivlerin diş dokusuna olan bağlantı dayanıklılığının değerlendirilmesinde kullanılan in vitro test metotları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2012, 205-216.
- Kaya, D. T., & Tirali, R. E. (2013). Cam iyonomer simanlardaki gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 23, 439-444.
- Keerthana, B., Ganesh, S. B., & Jayalakshmi, S. (2022). Evaluation of flexural strength of glass ionomer cement after immersion in fruit juices. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 13(Suppl 1), S156-S159. doi: 10.4103/japtr.japtr_269_22
- Khan, M., Kaur, H., Choudhary, R., & Yeluri, R. (2022). Effect of three different conditioning agents on cavosurface microleakage and bond strength of glass ionomer restorations – An in vitro study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 40, 180-187. doi: 10.4103/jisppd.jisppd_144_22
- Kharouf, N., Mancino, D., Naji-Amrani, A., Eid, A., Haikel, Y., & Hemmerle, J. (2019). Effectiveness of etching by three acids on the morphological and chemical features of dentin tissue. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 20, 915-919. doi: 10.5005/jp-journals-10024-2626
- Khoroushi, M., & Keshani, F. (2013). A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dental Research Journal*, 10(4), 411-421. PMID: 24130573; PMCID: PMC3793401.
- Khoroushi, M., Mansoori-Karvandi, T., & Hadi, S. (2012). The effect of pre-warming and delayed irradiation on marginal integrity of a resin-modified glass-ionomer. *General Dentistry*, 60(6), e383-e388. doi: 10.2341/11-137-L

- Kidd, E. (1976). Microleakage in relation to amalgam and composite restorations. A laboratory study. *British Dental Journal*, 141(10), 305-310. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4803840>
- Kielbassa, A., Wrbas, K., & Hellwig, E. (1997). Initial tensile bond strength of resin-modified glass ionomers and polyacid-modified resins on perfused primary dentin. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, 64(3), 183-187.
- Kielbassa, A. M., Glockner, G., Wolgin, M., & Glockner, K. (2017). Systematic review on highly viscous glass-ionomer cement/resin coating restorations (Part II): Do they merge Minamata Convention and minimum intervention dentistry? *Quintessence International*, 48(1), 9-18. doi: 10.3290/j.qi.a37211. PMID: 28054040.
- Kim, H. J., & Park, S. H. (2014). Measurement of the internal adaptation of resin composites using micro-CT and its correlation with polymerization shrinkage. *Operative Dentistry*, 39(E57-E70). <https://doi.org/10.2341/12-378-L>
- Kisby, L. (2021). Glass-hybrid restorations in pediatric patients. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 42(Suppl 1), 4-5. PMID: 34612659
- Kitamura, M., Aoyama, M., & Miyazaki, T. (1993). Direct tensile strength of a light cured glass ionomer. *Journal of Dental Research*, 72, 309.
- Kleverlaan, C. J., Van Duinen, R. N., & Feilzer, A. J. (2004). Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dental Materials*, 20(1), 45-50. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(03\)00067-8](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(03)00067-8)
- Kohn, J., Langer, R., Ratner, B., Hoffman, A., Schoen, F., & Lemons, J. (1996). *Biomaterials science: An introduction to materials in medicine*. Ratner, BD, 64-72.
- Krämer, N., Schmidt, M., Lücker, S., Domann, E., & Frankenberger, R. (2018). Glass ionomer cement inhibits secondary caries in an in vitro biofilm model. *Clinical Oral Investigations*, 22, 1019-1031. doi: 10.1007/s00784-017-2184-1
- Krithikadatta, J., Gopikrishna, V., & Datta, M. (2014). CRIS guidelines (Checklist for Reporting In-vitro Studies): A concept note on the need for standardized guidelines for improving quality and transparency in reporting in-vitro studies in experimental dental research. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(4), 301-304. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.136338>
- Kurtoğlu, C. (2012). Geleneksel ve adeziv dental simanlar hakkında bir derleme çalışması. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2012(2), 205-216.
- Lee, J. J., Nettey-Marbell, A., Cook, A. Jr., Pimenta, L. A., Leonard, R., & Ritter, A. V. (2007). Using extracted teeth for research: The effect of storage medium and sterilization on dentin bond strengths. *Journal of the American Dental Association*, 138(12), 1599-1603. doi: 10.14219/jada.archive.2007.0110. PMID: 18056105.
- Leirskar, J., Nordbø, H., Mount, G. J., & Ngo, H. (2003). The influence of resin coating on the shear punch strength of a high strength auto-cure glass ionomer. *Dental Materials*, 19, 87-91. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(02\)00016-7](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(02)00016-7)

- Lewis, S. M., Coleman, N. J., Booth, S. E., & Nicholson, J. W. (2013). Interaction of fluoride complexes derived from glass-ionomer cements with hydroxyapatite. *Ceramics-Silikáty*, 57(3), 196-200.
- Liberman, R., Eli, I., Imber, S., & Shlezinger, I. (1990). Glass ionomer cement restorations: The effects of lasing the cavity walls on marginal microleakage. *Clinical Preventive Dentistry*, 12(1), 5-8. PMID: 2376107
- Lin, A., McIntyre, N., & Davidson, R. (1992). Studies on the adhesion of glass-ionomer cements to dentin. *Journal of Dental Research*, 71(11), 1836-1841. <https://doi.org/10.1177/00220345920710111401>
- Luddin, N., Ngo, H., McIntyre, J., & Abbott, J. (2006). Comparative study of the ultrastructure and adhesive properties of enamel prepared by Er: YAG laser and conventional bur. *Journal of Oral Laser Applications*, 6(2), 89-94.
- Lugassy, D., Segal, P., Blumer, S., Eger, M., Shely, A., & Matalon, S. (2018). Effect of two traditional polyacrylic acid conditioners and 2% chlorhexidine digluconate on cavosurface microleakage of glass ionomer restorations. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 42(4), 287-291. doi: 10.17796/1053-4628-42.4.8
- Lynch, C. D., & Wilson, N. (2013). Managing the phase-down of amalgam: Part I. Educational and training issues. *British Dental Journal*, 215, 109-113. doi: 10.1038/sj.bdj.2013.737
- Manuja, N., Pandit, I., Srivastava, N., Gujnani, N., & Nagpal, R. (2011). Comparative evaluation of shear bond strength of various esthetic restorative materials to dentin: An in vitro study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 29(1), 7-13. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.79913>
- Marsh, P. D., Lewis, M. A., Williams, D., & Martin, M. V. (2009). *Oral microbiology e-book*. Elsevier Health Sciences.
- Marshall, S. J., Bayne, S. C., Baier, R., Tomsia, A. P., & Marshall, G. W. (2010). A review of adhesion science. *Dental Materials*, 26(2), e11-e16. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.157>
- Mauro, S. J., Sundfeld, R. H., Bedran-Russo, A., & Fraga Briso, A. (2009). Bond strength of resin-modified glass ionomer to dentin: The effect of dentin surface treatment. *Journal of Minimally Invasive Dentistry*, 2(1), 45-53.
- Mazaheri, R., Pischevar, L., Shichani, A. V., & Geravandi, S. (2015). Effect of different cavity conditioners on microleakage of glass ionomer cement with a high viscosity in primary teeth. *Dental Research Journal*, 12(4), 337. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.161448>
- McCabe, J. F., & Walls, A. W. (2013). *Applied dental materials* (9th ed.). Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- McDonald, R. E., Avery, D. R., Stookey, G. K., Chin, J. R., & Kowolik, J. E. (2011). *Dental caries in the child and adolescent*. In *McDonald and Avery Dentistry for the Child and Adolescent* (pp. 177-204). St. Louis, MO: Elsevier.

- McDonough, W. G., Antonucci, J. M., He, J., Shimada, Y., Chiang, M. Y., Schumacher, G. E., & Schultheisz, C. R. (2002). A microshear test to measure bond strengths of dentin–polymer interfaces. *Biomaterials*, 23, 3603-3608. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(02\)00089-3](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(02)00089-3)
- McLean, J., & Wilson, A. (1974). Fissure sealing and filling with an adhesive glass-ionomer cement. *British Dental Journal*, 136(7), 269-276. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4803174>
- McLean, J. W. (1992). The clinical use of glass-ionomer cements. *Dental Clinics of North America*, 36, 693-711.
- McLean, J. W. (1994). Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence International*, 25(9), 587-589. PMID: 7568709
- Meiers, J., & Miller, G. (1996). Antibacterial activity of dentin bonding systems, resin-modified glass ionomers, and polyacid-modified composite resins. *Operative Dentistry*, 21, 257-264. PMID: 9227120
- Meral, E. (2017). Dört farklı cam iyonomer esaslı restoratif materyalin kesme bağlanma dayanıklılığı ve mikrosızıntı açısından in vitro olarak karşılaştırılması [Uzmanlık Tezi]. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Michiels, J., Missotten, J., Fremaut, D., De Smet, S., & Dierick, N. (2007). In vitro dose–response of carvacrol, thymol, eugenol and trans-cinnamaldehyde and interaction of combinations for the antimicrobial activity against the pig gut flora. *Livestock Science*, 109(1-3), 157-160. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.01.132>
- Mickenausch, S., Mount, G., & Yengopal, V. (2011). Therapeutic effect of glass-ionomers: An overview of evidence. *Australian Dental Journal*, 56(1), 10-15. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01304.x>
- Mickenausch, S. (2016). High-viscosity glass-ionomer cements for direct posterior tooth restorations in permanent teeth: The evidence in brief. *Journal of Dentistry*, 55, 121-123. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.10.007>
- Mickenausch, S., & Yengopal, V. (2015). Failure rate of direct high-viscosity glass-ionomer versus hybrid resin composite restorations in posterior permanent teeth-a systematic review. *The Open Dentistry Journal*, 9, 438. doi: 10.2174/1874210601509010438
- Millar, B. (2002). *Tooth-colored restoratives: Principles and techniques*. British Dental Journal, 193(8), 441-446. London, UK: Nature Publishing Group.
- Miletić, I., Baraba, A., Krmeć, S. J., Perić, T., Marković, D., Basso, M., Ozkaya, C. A., Kemaloglu, H., & Turkun, L. S. (2024). Clinical performance of a glass-hybrid system in comparison with a resin composite in two-surface class II restorations: A 5-year randomised multi-centre study. *Clinical Oral Investigations*, 28(1), 104. doi: 10.1007/s00784-024-05491-y. PMID: 38243032; PMCID: PMC10799110.
- Milward, P. J., Adusei, G. O., & Lynch, C. D. (2011). Improving some selected properties of dental polyacid-modified composite resins. *Dental Materials*, 27(10), 997-1002. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.06.006>

- Mitra, S. B., & Kedrowski, B. L. (1994). Long-term mechanical properties of glass ionomers. *Dental Materials*, 10(2), 78-82. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(94\)90044-2](https://doi.org/10.1016/0109-5641(94)90044-2)
- Moll, K., Fritzenschaft, A., & Haller, B. (2004). In vitro comparison of dentin bonding systems: Effect of testing method and operator. *Quintessence International*.
- Moscovich, H., & Creugers, N. H. (1998). The novel use of extracted teeth as a dental restorative material--the 'Natural Inlay'. *Journal of Dentistry*, 26(1), 21-24. doi: 10.1016/s0300-5712(96)00074-7. PMID: 9479921.
- Moshaverinia, A., Ansari, S., Moshaverinia, M., Roohpour, N., Darr, J. A., & Rehman, I. (2008). Effects of incorporation of hydroxyapatite and fluoroapatite nanobioceramics into conventional glass ionomer cements (GIC). *Acta Biomaterialia*, 4(2), 432-440. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2007.07.011>
- Moshaverinia, M., Navas, A., Jahedmanesh, N., Shah, K. C., Moshaverinia, A., & Ansari, S. (2019). Comparative evaluation of the physical properties of a reinforced glass ionomer dental restorative material. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 122(2), 154-159. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.03.012. Epub 2019 Jul 17. PMID: 31326149.
- Mount, G. (1994). *Description of glass-ionomer cements*. In *An atlas of glass-ionomer cements: A clinician's guide* (2nd ed., pp. 1-24). London, UK: Martin Dunitz.
- Mount, G. (2002). *An atlas of glass-ionomer cement: A clinician's guide* (3rd ed.). London, UK: Martin Dunitz.
- Nagaraja Upadhya, P., & Kishore, G. (2005). Glass ionomer cement: The different generations. *Trends in Biomaterials & Artificial Organs*, 18(2), 158-165.
- Nakabayashi, N., & Pashley, D. H. (1998). *Hybridization of dental hard tissues*. Tokyo, Japan: Quintessence Publishing Co., Ltd.
- Nawrocka, A., & Łukomska-Szymańska, M. (2019). Extracted human teeth and their utility in dental research. Recommendations on proper preservation: A literature review. Zastosowanie usuniętych zębów ludzkich w badaniach naukowych. Wytyczne dotyczące przechowywania próbek--przegląd piśmiennictwa. *Dental and Medical Problems*, 56(2), 185-190. doi: 10.17219/dmp/105252
- Néma, V., Kunsági-Máté, S., Őri, Z., Kiss, T., Szabó, P., Szalma, J., Fráter, M., & Lempel, E. (2024). Relation between internal adaptation and degree of conversion of short-fiber reinforced resin composites applied in bulk or layered technique in deep MOD cavities. *Dental Materials*, 40(4), 581-592. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2024.02.013>
- Ngo, H. C., Mount, G., McIntyre, J., Tuisuva, J., & Von Doussa, R. (2006). Chemical exchange between glass-ionomer restorations and residual carious dentine in permanent molars: An in vivo study. *Journal of Dentistry*, 34(8), 608-613. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2005.12.012>
- Nicholson, J., Czarnecka, B., & Limanowska-Shaw, H. (1999). The long-term interaction of dental cements with lactic acid solutions. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 10(1), 449-452. <https://doi.org/10.1023/a:1008991422909>

- Nicholson, J. W. (1998). Chemistry of glass-ionomer cements: A review. *Biomaterials*, 19(6), 485-494. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(97\)00128-2](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(97)00128-2)
- Nicholson, J. W. (2016). The history and background to glass-ionomer dental cements. In *Glass-Ionomers in Dentistry* (pp. 1-24). Springer.
- Nikaido, T., Kunzelmann, K.-H., Ogata, M., Harada, N., Yamaguchi, S., Cox, C. F., Hickel, R., & Tagami, J. (2002). The in vitro dentin bond strengths of two adhesive systems in class I cavities of human molars. *Journal of Adhesive Dentistry*. PMID: 12071627
- Okada, K., Tosaki, S., Hirota, K., & Hume, W. (2001). Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dental Materials*, 17(1), 34-39. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(00\)00053-1](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(00)00053-1)
- Olmez, A., Oztas, N., & Bodur, H. (2004). The effect of flowable resin composite on microleakage and internal voids in Class II composite restorations. *Operative Dentistry*, 29(6), 713-719. PMID: 15646229
- Özcan, M., Dündar, M., & Çömlekoğlu, E. (2012). Adhesion concepts in dentistry: Tooth and material aspects. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 26(24), 2661-2681. <https://doi.org/10.1080/01694243.2012.691038>
- Özyeşil, A., Günel, Ş., Belli, S., & Eskitaşçıoğlu, G. (2009). İki farklı bağlanma dayanımı testinin karşılaştırılması (Mikroshear ve Mikrotensile). *SÜ Dişhek Fak Derg*, 18(2), 118-121.
- Pashley, D. H. (1992). Smear layer: overview of structure and function. *Proceedings of the Finnish Dental Society. Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia*, 88, 215-224.
- Peerzada, F., Yiu, C. K. Y., Hiraishi, N., Tay, F. R., & King, N. M. (2010). Effect of surface preparation on bond strength of resin luting cements to dentin. *Operative Dentistry*, 35(6), 624-633. doi: 10.2341/09-379-L
- Perinka, L., Sano, H., & Hosoda, H. (1992). Dentin thickness, hardness, and Ca-concentration vs bond strength of dentin adhesives. *Dental Materials*, 8, 229-233. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(92\)90090-Y](https://doi.org/10.1016/0109-5641(92)90090-Y)
- Pereira, P., Yamada, T., Tei, R., & Tagami, J. (1997). Bond strength and interface micromorphology of an improved resin-modified glass ionomer cement. *American Journal of Dentistry*, 10(3), 128-132.
- Peskersoy, C., Recen, D., & Kemaloğlu, H. (2022). The effect of composite placement technique on the internal adaptation, gap formation and microshear bond strength. *European Oral Research*, 56(1), 10-16. doi: 10.26650/eor.2022897456. PMID: 35478705; PMCID: PMC9012222.
- Powis, D., Follerås, T., Merson, S., & Wilson, A. (1982). Materials science: Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. *Journal of Dental Research*, 61(12), 1416-1422. <https://doi.org/10.1177/00220345820610120801>
- Prosser, H. J., Jerome, S. M., & Wilson, A. D. (1982). The effect of additives on the setting properties of a glass-ionomer cement. *Journal of Dental Research*, 61(10), 1195-1198. <https://doi.org/10.1177/00220345820610101901>

- Rai, N., Naik, R., Gupta, R., Shetty, S., & Singh, A. (2017). Evaluating the effect of different conditioning agents on the shear bond strength of resin-modified glass ionomers. *Contemporary Clinical Dentistry*, 8(4), 604-612. doi: 10.4103/ccd.ccd_631_17. PMID: 29326512; PMCID: PMC5754982.
- Raskin, A., D'Hoore, W., Gonthier, S., Degrange, M., & Dejou, J. (2001). Reliability of in vitro microleakage tests: A literature review. *Journal of Adhesive Dentistry*, 3(4), 295-308. PMID: 11893045
- Ravikumar, J., Bhavana, V., Thatimatla, C., Gajjarapu, S., Reddy, S. G. K., & Reddy, B. R. (2014). The effect of four different irrigating solutions on the shear bond strength of endodontic sealer to dentin—An in-vitro study. *Journal of International Oral Health: JIOH*, 6(1), 85.
- Reena, R. K., Gill, S., & Miglani, A. (2011). Storage media: A neglected variable for in vitro studies. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 45(1), 5-8.
- Retief, D. (1973). Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. *Journal of Dental Research*, 52(2), 333-341. <https://doi.org/10.1177/00220345730520022401>
- Rodrigues, J. A., Casagrande, L., Araújo, F. B., & Lenzi, T. L. (2019). *Restorative materials in pediatric dentistry*. In S. C. Leal & E. M. Takeshita (Eds.), *Pediatric Restorative Dentistry* (pp. 161-167). Switzerland: Springer International Publishing.
- Rolland, S. L., Carrick, T. E., Walls, A. W., & McCabe, J. F. (2007). Dentin decontamination using chloramine T prior to experiments involving bacteria. *Dental Materials*, 23(12), 1468-1472. doi: 10.1016/j.dental.2007.01.001. Epub 2007 Mar 8. PMID: 17349688.
- Rosenstiel, S. F., Land, M. F., & Crispin, B. J. (1998). Dental luting agents: A review of the current literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80(3), 280-301. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(98\)70128-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(98)70128-3)
- Roulet, J.-F. (1997). Benefits and disadvantages of tooth-coloured alternatives to amalgam. *Journal of Dentistry*, 25(6), 459-473. [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(96\)00066-8](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(96)00066-8)
- Ruse, N. D. (1999). What is a "compomer"? *Journal of the Canadian Dental Association*, 65, 500-504.
- Rusz, J., Antonucci, J., Eichmiller, F., & Anderson, M. (1992). Adhesive properties of modified glass-ionomer cements. *Dental Materials*, 8(1), 31-36. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(92\)90050-M](https://doi.org/10.1016/0109-5641(92)90050-M)
- Rutala, W. A. (1996). APIC guideline for selection and use of disinfectants. *American Journal of Infection Control*, 24(4), 313-342. [https://doi.org/10.1016/S0196-6553\(96\)90066-8](https://doi.org/10.1016/S0196-6553(96)90066-8)
- Saad, A., Inoue, G., Nikaido, T., Ikeda, M., Burrow, M., & Tagami, J. (2017). Microtensile bond strength of resin-modified glass ionomer cement to sound and artificial caries-affected root dentin with different conditioning. *Operative Dentistry*, 42(6), 626-635. <https://doi.org/10.2341/16-375-L>
- Sakaguchi, R. L., & Powers, J. M. (2012). *Craig's Restorative Dental Materials* (13th ed.). St. Louis, MO: Elsevier Mosby.

- Sidhu, S. K. (2011). Glass-ionomer cement restorative materials: A sticky subject? *Australian Dental Journal*, 56, 23-30. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01293.x>
- Sidhu, S. K., & Nicholson, J. W. (2016). A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. *Journal of Functional Biomaterials*, 7(3), 16. <https://doi.org/10.3390/jfb7030016>
- Sidhu, S. K., & Watson, T. F. (1995). Resin-modified glass ionomer materials. A status report for the American Journal of Dentistry. *American Journal of Dentistry*, 8(1), 59-67.
- Singla, T., Pandit, I., Srivastava, N., Gugnani, N., & Gupta, M. (2012). An evaluation of microleakage of various glass ionomer based restorative materials in deciduous and permanent teeth: An in vitro study. *The Saudi Dental Journal*, 24(1), 35-42.
- Smith, D. C. (1998). Development of glass-ionomer cement systems. *Biomaterials*, 19(6), 467-478. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(97\)00126-9](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(97)00126-9)
- Souza, J. C., Silva, J. B., Aladim, A., Carvalho, O., Nascimento, R. M., Silva, F. S., Martinelli, A. E., & Henriques, B. (2016). Effect of zirconia and alumina fillers on the microstructure and mechanical strength of dental glass ionomer cements. *The Open Dentistry Journal*, 10, 58-68. doi: 10.2174/1874210601610010058
- Stanislawski, L., Daniau, X., Lautié, A., & Goldberg, M. (1999). Factors responsible for pulp cell cytotoxicity induced by resin-modified glass ionomer cements. *Journal of Biomedical Materials Research*, 48(3), 277-288. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4636\(1999\)48:3<277::AID-JBM11>3.0.CO;2-T](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4636(1999)48:3<277::AID-JBM11>3.0.CO;2-T)
- Stavridakis, M. M., Kakaboura, A. I., Ardu, S., & Krejci, I. (2007). Marginal and internal adaptation of bulk-filled Class I and cuspal coverage direct resin composite restorations. *Operative Dentistry*, 32(5), 515-523. doi: 10.2341/06-157. PMID: 17910230.
- Sun, J., Eidelman, N., & Lin-Gibson, S. (2009). 3D mapping of polymerization shrinkage using X-ray micro-computed tomography to predict microleakage. *Dental Materials*, 25(3), 314-320. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.07.010>
- Suresh, K., & Nagarathna, J. (2011). Evaluation of shear bond strengths of fuji II and fuji IX with and without salivary contamination on deciduous molars-an In vitro study. *AOSR*, 1(3), 139-145.
- Suresh, N., Chandrasekaran, S., Ashritha, M. C. V., Raoufe, M. A., Vasudevan, A., & Natanasabapathy, V. (2023). Phosphoric acid treatment enhances adaptation of glass-ionomer cement to bioceramic sealer-conditioned dentin. *Dental Research Journal (Isfahan)*, 20, 84.
- Svanberg, M., Krasse, B., & Önerfeldt, H.-O. (1990). Mutans Streptococci in interproximal plaque from amalgam and glass ionomer restorations. *Caries Research*, 24(2), 133-136. <https://doi.org/10.1159/000261255>
- Tanumiharja, M., Burrow, M., & Tyas, M. (2000). Microtensile bond strengths of glass ionomer (polyalkenoate) cements to dentine using four conditioners. *Journal of Dentistry*, 28(5), 361-366. [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(00\)00009-9](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(00)00009-9)
- Taylor, M., & Lynch, E. (1992). Microleakage. *Journal of Dentistry*, 20(1), 3-10. doi: 10.1016/0300-5712(92)90002-t

- Tekçe, N., Demirci, M., Tuncer, S., & Tuncer, S. (2013). Dentin bağlayıcı sistemlerin bağlanma dayanıklılığını değerlendirme yöntemleri. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 47, 73-91.
- Ten Cate, J., Buus, M., & Damen, J. (1995). The effects of GIC restorations on enamel and dentin demineralization and remineralization. *Advances in Dental Research*, 9(4), 384-388. <https://doi.org/10.1177/08959374950090040701>
- Tezuka, C., & Karasawa, Y. (1978). Setting solution for dental glass ionomer cements. In: Google Patents.
- Tobias, R. (1988). Antibacterial properties of dental restorative materials: a review. *International Endodontic Journal*, 21(2), 155-160. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1988.tb00969.x>
- Toledano, M., Osorio, E., Osorio, R., & García-Godoy, F. (1999). Microleakage of Class V resin-modified glass ionomer and compomer restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 81(5), 610-615. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(99\)70217-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(99)70217-9)
- Tosco, V., Monterubbiansi, R., Furlani, M., Giuliani, A., Putignano, A., & Orsini, G. (2022). Micro-computed tomography for assessing the internal and external voids of bulk-fill composite restorations: A technical report. *Imaging Science in Dentistry*, 52(3), 303-308. <https://doi.org/10.5624/isd.20220007>
- Tosun, G., Sener, Y., & Sengun, A. (2007). Effect of storage duration/solution on microshear bond strength of composite to enamel. *Dental Materials Journal*, 26(1), 116-121. <https://doi.org/10.4012/dmj.26.116>
- Türkün, L. S., & Ergücü, Z. (2004). Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerinin karşılaştırılması [Comparison of materials and methods in microleakage studies of esthetic restorative materials]. *Acta Odontologica Turcica*, 21.
- Tyas, M., & Burrow, M. (2004). Adhesive restorative materials: a review. *Australian Dental Journal*, 49(3), 112-121. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2004.tb00059.x>
- Unnikrishnan, S., Krishnamurthy, N. H., & Nagarathna, C. (2019). Marginal microleakage of glass ionomer cement with two different cavity conditioners on primary anterior teeth - An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research*, 30(2), 267-272. doi: 10.4103/ijdr.IJDR_695_17. PMID: 31169161.
- Van de Voorde, A., Gerdts, G., & Murchinson, D. (1988). Clinical application area for glass ionomer cements: literature review. *Die Quintessenz*, 39(11), 1903-1916.
- Van Duinen, R., Davidson, C. L., De Gee, A. J., & Feilzer, A. J. (2004). In situ transformation of glass-ionomer into an enamel-like material. *American Journal of Dentistry*, 17(4), 223-227.
- Van Duinen, R. N., Kleverlaan, C. J., de Gee, A. J., Werner, A., & Feilzer, A. J. (2005). Early and long-term wear of 'Fast-set' conventional glass-ionomer cements. *Dental Materials*, 21(8), 716-720. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.09.007>
- Van Loveren, C. (1990). The antimicrobial action of fluoride and its role in caries inhibition. *Journal of Dental Research*, 69(2_suppl), 676-681. <https://doi.org/10.1177/00220345900690S131>

- 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. *Operative Dentistry-University of Washington*, 28(3), 215-235.
- Van Noort, R., Noroozi, S., Howard, I., & Cardew, G. (1989). A critique of bond strength measurements. *Journal of Dentistry*, 17(2), 61-67. [10.1016/0300-5712\(89\)90131-0](https://doi.org/10.1016/0300-5712(89)90131-0)
- Walia, R., Jasuja, P., Verma, K. G., Juneja, S., Mathur, A., & Ahuja, L. (2016). A comparative evaluation of microleakage and compressive strength of Ketac Molar, Giomer, Zirconomer, and Ceram-x: An in vitro study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 34(3), 280. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.186746>
- Wang, X., Yap, A. U. J., & Ngo, H. (2006). Effect of early water exposure on the strength of glass ionomer restoratives. *Operative Dentistry*, 31(5), 584-589. <https://doi.org/10.2341/05-106>
- Wilson, A. (1978). The chemistry of dental cements. *Chemical Society Reviews*, 7(2), 265-296.
- Wilson, A., & Kent, B. (1972). A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *British Dental Journal*, 132(4), 133-135. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4802810>
- Wilson, A., Kent, B., Clinton, D., & Miller, R. (1972). The formation and microstructure of dental silicate cements. *Journal of Materials Science*, 7(2), 220-238.
- Wilson, A. D. (1990). Resin-modified glass-ionomer cements. *International Journal of Prosthodontics*, 3(5), 425-429.
- Wilson, A., & McLean, J. (1988). *Glass-ionomer cement*. Chicago, IL: Quintessence Publishing.
- WY, W. E.-B., & McComb, D. (1998). Effect of home-use fluoride gels on resin-modified glass-ionomer cements. *Operative Dentistry*, 23(2), 2-9.
- WHO. (2023). Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Regional summary of the African Region. World Health Organization.
- Xie, D., Brantley, W., Culbertson, B., & Wang, G. (2000). Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dental Materials*, 16(2), 129-138. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(99\)00093-7](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(99)00093-7)
- Yamamoto, K., Kojima, H., Tsutsumi, T., & Oguchi, H. (2003). Effects of tooth-conditioning agents on bond strength of a resin-modified glass-ionomer sealant to enamel. *Journal of Dentistry*, 31(1), 13-18. doi: 10.1016/s0300-5712(02)00086-6. PMID: 12615015.
- Yap, A., & Lee, C. (1997). Water sorption and solubility of resin-modified polyalkenoate cements. *Journal of Oral Rehabilitation*, 24(4), 310-314. doi: 10.1046/j.1365-2842.1997.d01-282.x
- Yap, A. U., Khor, E., & Foo, S. (1999). Fluoride release and antibacterial properties of new-generation tooth colored restoratives. *Operative Dentistry*, 24, 297-305.

- Yazıcı, A. R., Kiremitçi, A., & Dayangaç, B. (2006). A two-year clinical evaluation of pit and fissure sealants placed with and without air abrasion pretreatment in teenagers. *The Journal of the American Dental Association*, 137(10), 1401-1405.
- Yilmaz, Y., Gurbuz, T., & Kocogullari, M. E. (2005). The influence of various conditioner agents on the interdiffusion zone and microleakage of a glass ionomer cement with a high viscosity in primary teeth. *Operative Dentistry*, 30(1), 105-112.
- Yip, H., Tay, F., Ngo, H., Smales, R., & Pashley, D. H. (2001). Bonding of contemporary glass ionomer cements to dentin. *Dental Materials*, 17(5), 456-470. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(01\)00007-0](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(01)00007-0)
- Yiu, C., Tay, F., King, N., Pashley, D. H., Sidhu, S., Neo, J., Toledano, M., & Wong, S. (2004). Interaction of glass-ionomer cements with moist dentin. *Journal of Dental Research*, 83(4), 283-289. <https://doi.org/10.1177/154405910408300403>
- Yli-Urpo, H., Lassila, L. V., Närhi, T., & Vallittu, P. K. (2005). Compressive strength and surface characterization of glass ionomer cements modified by particles of bioactive glass. *Dental Materials*, 21(3), 201-209. doi: 10.1016/j.dental.2004.03.006. PMID: 15705426.
- Yüksel, B. N., Demirel, A., Ziya, M., Kolçakoğlu, K., Doğan, S., & Sarı, Ş. (2020). The effects of various irrigation protocols on root canal wall adaptation and apical microleakage in primary teeth. *Acta Odontologica Scandinavica*, 78(5), 321-326. <https://doi.org/10.1080/00016357.2019.1709890>
- Zhang, C., Yang, B., & Wang, Y. (2020). Superficial and internal adaptations of a new self-curing composite resin restored class V cavity. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*, 55(3), 171-177. doi: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2020.03.005. PMID: 32193913.
- Zhang, O. L., Niu, J. Y., Yin, I. X., Yu, O. Y., Mei, M. L., & Chu, C. H. (2023). Bioactive materials for caries management: A literature review. *Dental Journal (Basel)*, 11(3), 59. doi: 10.3390/dj11030059. PMID: 36975556; PMCID: PMC10047026

EKLER

Ek-1. Etik Kurul Kararı



Ek-1. Etik Kurul Kararı (devam)



Ek-1. Etik Kurul Kararı (devam)



Ek-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu (Çocuk)

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU (ÇOCUK)

Sevgili,

Ben Diş Hekimin Sümeyye Gürler. Öncelikle dişlerine iyi baktığın ve onları koruduğun için teşekkür ederim. Dişlerimizin ve gülüşümüzün hep güzel kalması için yapmamız gereken bazı şeyler var.

Dişlerimiz yalnızca çürüyüp kötü olduğunda çekilmez, bazen yaşımız gelmesine ve süt azı dişimizin altında gelişen diğer dişimiz ağız içine çıkmak için sabırsızlanmasına rağmen süt dişimiz sallanmaz ve bize veda edemez. Bazen de büyük ve güzel dişlerimiz minik çenemize sığmadığında bazı süt azı dişlerimizi çektirmemiz gerekebilir.

Senin de bu sebeplerden bazı süt azı dişlerine veda etmen gerekiyor. Çekilecek dişini/dişlerini bana izin verirsen yapacağım “Farklı Kavite Şartlandırıcıların Kullanımından Sonra Uygulanan Cam İyonomer İçerikli Restorasyonların İnternal Adaptasyonlarının Değerlendirilmesi” başlıklı araştırmada kullanmak istiyorum. Eğer dişini vermek istemezsen anlarım, onlara çok özenli bakmışsın belki benimle paylaşmak istemezsin. Ama onunla/onlarla araştırma yapma fikri daha çok hoşuna gittiyse bana izin verdiğini belirtmeni isterim.

Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya lütfen adını, soyadını yaz ve imzanı at. İmzaladıktan sonra sana ve ailene bu formun bir kopyasını vereceğim.

Çekilen süt azı dişimin/dişlerimin Dt. Sümeyye Gürler tarafından alınmasına izin veriyorum ve bu abla bana açıklama yapmıştır.

Çocuk Hasta

Adı-Soyadı:

Tarih:

İmza:

Hastanın Velisi/Bakım Vereni

Adı-Soyadı:

Tarih:

İmza:

Ek-3. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu (Veli/Bakım Veren)

Çocuğunuzun ve sizin Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı'nda uzmanlık öğrencisi Dt. Sümeyye Gürler tarafından yürütülmekte olan “Farklı Kavite Şartlandırıcıların Kullanımından Sonra Uygulanan Cam İyonomer İçerikli Restorasyonların İnternal Adaptasyonlarının Değerlendirilmesi” konulu araştırmaya katılması istenmektedir.

Çocuğumun çekim kararı verilen süt azı dişi/dişlerinin Dt. Sümeyye Gürler tarafından yürütülen çalışmada kullanılmasını kendi rızamla kabul ediyorum.

Çocuk Hasta

Adı-Soyadı:

Tarih:

İmza:

Hastanın Velisi/Bakım Vereni

Adı-Soyadı:

Tarih:

İmza:

ÖZGEÇMİŞ

1.Kişisel Bilgiler

Soyadı : GÜRLER

Adı : Sümeyye

