

**T.C.**  
**BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**  
**PEDODONTİ ANABİLİM DALI**



**SÜT DİŞLERİNDE KLORHEKSİDİN, OZONLU SU VE**  
**PROPOLİS' İN KAVİTE**  
**DEZENFEKTANI OLARAK KULLANIMININ**  
**KOMPOMERİN BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE**  
**ETKİSİNİN İNCELENMESİ: İN VİTRO ÇALIŞMA**

**UZMANLIK TEZİ**

**KÜBRA EKER**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ÖZTÜRK**

**BOLU, KASIM 2025**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**Kübra EKER** tarafından hazırlanan “SÜT DİŞLERİNDE KLOORHEKSİDİN, OZONLU SU VE PROPOLİS’ İN KAVİTE DEZENFEKTANI OLARAK KULLANIMININ KOMPOMERİN BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ: İN VİTRO ÇALIŞMA” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Pedodonti Ana Bilim Dalı Diş Hekimliğinde Uzmanlık Programında Yüksek Lisans/Doktora Tezi olarak oy çokluğuyla kabul edilmiştir. 24/11/2025

### Jüri Üyeleri

### İmza

Başkan  
Doç. Dr. Cenkhan BAL

Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ÖZTÜRK

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Deniz Sıla ÖZDEMİR ÇELİK

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

## ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu ve Şablonuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir  
aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış, olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmaları Etik Kurulundan 2025/90 sayısı ile etik izin alınmıştır.

KÜBRA EKER

## ÖZET

### SÜT DİŞLERİNDE KLORHEKSİDİN, OZONLU SU VE PROPOLİS' İN KAVİTE

### DEZENFEKTANI OLARAK KULLANIMININ KOMPOMERİN BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE

### ETKİSİNİN İNCELENMESİ: İN VİTRO ÇALIŞMA UZMANLIK TEZİ

KÜBRA EKER

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

PEDODONTİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR.ÜYESİ ZEYNEP ÖZTÜRK)

BOLU, KASIM - 2025

XIII + 127 sayfa

Bu in vitro araştırmanın amacı, süt dişlerinde kavite dezenfektanı olarak kullanılan klorheksidin, propolis ve ozonlu suyun, kompomer materyalinin bağlanma dayanımı üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Çalışmada, her biri 13 örnekten oluşan dört grup oluşturulmuştur. Birinci grup kontrol grubunu, ikinci grup klorheksidin uygulanan örnekleri, üçüncü grup propolis uygulanan örnekleri ve dördüncü grup ozonlu su uygulanan örnekleri içermektedir. Tüm örnekler, oral ortamın termal değişimlerini taklit etmek amacıyla 5°C ile 55°C arasında 10.000 döngüye tabi tutulmuştur. Bu termal siklus işlemi, ağız içindeki yaklaşık bir yıllık kullanımı simüle etmektedir. Uygulamaların ardından kompomer materyalinin bağlanma dayanımı shear bond testleri ile ölçülmüştür. Bu çalışmanın bulguları, uygulanan klorheksidin, ozonlu su ve propolisin kompomerin süt dişi dentinine bağlanma dayanımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığını ortaya koymuştur ( $p>0.05$ ). Bununla birlikte, kırılma tiplerinin dağılımında gruplar arasında dikkate değer farklılıklar gözlenmiştir. Propolis grubunda adeziv kırıkların daha yüksek oranda görülmesi, ozonlu su ve klorheksidin gruplarında ise miks kırıkların baskın olması, bağlanma dayanımı değerleri ile kırılma tipleri arasında doğrudan bir korelasyon olmadığını düşündürmektedir. Elde edilen sonuçlar, değerlendirilen tüm kavite dezenfektanlarının kompomer materyaliyle klinik olarak kabul edilebilir düzeyde uyum gösterdiğini ve süt dişi restorasyonlarında güvenle kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, doğal kökenli ve biyouyumlu bir ajan olan propolisin; kimyasal dezenfektanlara alternatif oluşturabilecek, toksisite riski düşük ve çevre dostu bir seçenek olarak pedodontik uygulamalarda geleceğe yönelik önemli bir potansiyel taşıdığı sonucuna varılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Süt Dişi, Kavite Dezenfektanı, Kompomer, Bağlanma Dayanımı, Termal Siklus

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF THE USE OF CHLORHEXIDINE, OZONATED WATER AND PROPOLIS AS CAVITY DISINFECTANT ON THE BOND STRENGTH OF COMPOMER IN PRIMARY TEETH: IN VITRO STUDY**

**PHD THESIS**

**KÜBRA EKER**

**BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY**

**INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES**

**DEPARTMENT OF PEDODONTICS DEPARTMENT**

**(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. ZEYNEP ÖZTÜRK)**

**BOLU, NOVEMBER 2025**

**XIII + 127 pages**

The aim of this in vitro study was to evaluate the effects of chlorhexidine, propolis, and ozone water—used as cavity disinfectants—on the bond strength of compomer in primary teeth. A total of four groups, each consisting of 13 specimens, were formed. The first group served as the control group; chlorhexidine was applied in the second group, propolis in the third, and ozone water in the fourth. All samples were subjected to 10,000 thermal cycles between 5°C and 55°C to simulate intraoral temperature changes, which corresponds to approximately one year of clinical service. Following thermocycling, the bond strength of the compomer material was measured using shear bond strength tests. The findings of this study revealed that the use of chlorhexidine, ozonated water, and propolis as cavity disinfectants did not produce any statistically significant difference in the bond strength of compomer to primary dentin ( $p>0.05$ ). However, notable variations were observed in the distribution of fracture types among the groups. The predominance of adhesive failures in the propolis group and mixed failures in the chlorhexidine and ozonated water groups suggests that bond strength values are not always directly correlated with fracture patterns. Overall, all tested disinfectants demonstrated clinically acceptable compatibility with compomer material, indicating their safe use in the restorative treatment of primary teeth. Moreover, as a natural and biocompatible agent, propolis may serve as a promising eco-friendly alternative to conventional chemical disinfectants, offering lower toxicity and higher biological harmony for future pediatric dental applications.

**KEYWORDS: Primary Tooth, Cavity Disinfectant, Compomer, Bond Strength, Thermocycling**

# İÇİNDEKİLER

|                                                                |             |
|----------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>ÖZET.....</b>                                               | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                          | <b>v</b>    |
| <b>İÇİNDEKİLER.....</b>                                        | <b>vi</b>   |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ .....</b>                                     | <b>viii</b> |
| <b>TABLO LİSTESİ .....</b>                                     | <b>x</b>    |
| <b>KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ.....</b>                      | <b>xi</b>   |
| <b>TEŞEKKÜR.....</b>                                           | <b>xiii</b> |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                           | <b>1</b>    |
| <b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>                                  | <b>2</b>    |
| 2.1 Çocuklarda Çürük Prevalansı ve Çürüğün Etkileri.....       | 2           |
| 2.2 Çürük Tedavisinde Kavite Dezenfektanlarının Rolü .....     | 2           |
| 2.2.1 Çocukluk Çağında Çürük Gelişimi ve Türleri.....          | 3           |
| 2.2.2 Çürüğün Tanımı ve Etiyolojisi .....                      | 3           |
| 2.2.3 Çürük Gelişim Süreci .....                               | 4           |
| 2.3 Sınıflandırmalar .....                                     | 5           |
| 2.3.1 Lokalizasyonuna Göre.....                                | 5           |
| 2.3.2 İlerleme Hızına Göre .....                               | 6           |
| 2.3.3 Etiyolojisine Göre.....                                  | 6           |
| 2.4 Çürük Tedavisinde Kavite Hazırlıkları .....                | 7           |
| 2.4.1 Kavite Hazırlığının İlkeleri.....                        | 7           |
| 2.5 Pedodontide Kavite Hazırlığı.....                          | 8           |
| 2.5.1 Çocuk Diş Hekimliğinde Minimal İnvaziv Yaklaşımlar ..... | 10          |
| 2.5.2 Atravmatik Restoratif Tedavi (ART):.....                 | 11          |
| 2.5.3 Aşamalı Çürük Uzaklaştırma Yöntemi.....                  | 12          |
| 2.5.4 İnterim Terapötik Restorasyonlar (İTR) .....             | 13          |
| 2.6 Kavite Dezenfektanlarının Genel İlkeleri .....             | 13          |
| 2.6.1 Kavite dezenfeksiyonunun tanımı ve gereklilikleri.....   | 13          |
| 2.6.2 Çocuklarda kavite dezenfektanı kullanımı .....           | 14          |
| 2.6.3 Pedodontide Kullanılan Kavite Dezenfektanları .....      | 15          |
| 2.7 Bitkisel Kaynaklı ve Biyoyumlu Dezenfektanlar .....        | 29          |
| 2.7.1 Propolis.....                                            | 29          |
| 2.7.2 Aloe Vera .....                                          | 31          |
| 2.7.3 Meyan Kökü .....                                         | 32          |
| 2.8 Güncel ve Yenilikçi Yaklaşımlar .....                      | 33          |
| 2.8.1 Nano Teknoloji Destekli Dezenfektanlar .....             | 33          |
| 2.8.2 Lazer Destekli Dezenfeksiyon.....                        | 34          |
| 2.8.3 Işıklı Aktive Olan Dezenfeksiyon Sistemleri.....         | 35          |
| 2.9 Çocuklarda Kullanım Güvenliği ve Yan Etkiler .....         | 35          |
| 2.9.1 Dezenfektanların Toksisitesi.....                        | 35          |
| 2.10 Dezenfektan- Restoratif Materyal Etkileşimi.....          | 38          |
| 2.10.1 Klorheksidin Diglukonat .....                           | 38          |

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.11 Yaşlandırma Yöntemleri.....                           | 45        |
| 2.11.1 Sodyum Hipoklorit ile Yaşlandırma .....             | 45        |
| 2.11.2 pH Döngüsü ile Yaşlandırma .....                    | 45        |
| 2.11.3 Suda Bekleterek Yaşlandırma .....                   | 45        |
| 2.11.4 Mekanik Yükleme ile Yaşlandırma.....                | 46        |
| 2.11.5 Termal Yaşlandırma .....                            | 46        |
| 2.11.6 Termal Yaşlandırmanın Mekanizması ve Etkileri.....  | 47        |
| 2.12 Bağlanma Dayanımı Testleri.....                       | 47        |
| 2.12.1 Makro Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi .....       | 48        |
| 2.12.2 Makro Çekme Bağlanma Dayanımı Testi .....           | 49        |
| 2.12.3 Mikro Çekme Bağlanma Dayanımı Testi .....           | 49        |
| 2.12.4 Mikro Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi .....       | 49        |
| 2.12.5 Push-out (İtme) Testi .....                         | 50        |
| <b>3. MATERYAL ve YÖNTEM .....</b>                         | <b>51</b> |
| 3.1 Diş seçim kriterleri .....                             | 51        |
| 3.2 Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması .....               | 51        |
| 3.3 Çalışma Grupları .....                                 | 52        |
| 3.4 Makaslama Bağlanma Dayanımı İçin Yüzey Hazırlığı ..... | 52        |
| 3.5 Kavite Dezenfektanları ve Bağlayıcı Uygulanması .....  | 54        |
| 3.6 Uygulama Prosedürleri .....                            | 58        |
| 3.6.1 Kontrol Grubu .....                                  | 58        |
| 3.6.2 Deney Grupları .....                                 | 59        |
| 3.7 Termal siklus aşaması .....                            | 63        |
| 3.8 Makaslama Bağlanma Dayanımı .....                      | 64        |
| 3.8.1 Testi ve Kırılma Modlarının Değerlendirilmesi .....  | 64        |
| 3.9 İstatistiksel Analiz .....                             | 67        |
| <b>4. BULGULAR .....</b>                                   | <b>68</b> |
| 4.1 Makaslama Bağlanma Dayanımı Bulguları .....            | 68        |
| 4.2 Kırılma Tiplerinin İncelemesi .....                    | 69        |
| <b>5. TARTIŞMA .....</b>                                   | <b>73</b> |
| <b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>                          | <b>91</b> |
| <b>7. KAYNAKLAR .....</b>                                  | <b>92</b> |

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2-1. Çürük oluşması için gereken başlıca dört etken.....                                                                                                                    | 3  |
| Şekil 2-2. Karyojenik bakterilerin ürettiği asitlerin neden olduğu demineralizasyon ve bunu takiben oluşan remineralizasyon sürecinin şematik gösterimi (Featherstone, 2008)..... | 4  |
| Şekil 2-3. Patolojik ve koruyucu faktörlerin etkileşimiyle çürük sürecinin ilerleyip ilerlemediğini ya da dengede kalıp kalmadığını gösteren çürük dengesi modeli ...             | 5  |
| Şekil 2-4. EÇÇ' ye sahip 4 yaşındaki bir çocuk.....                                                                                                                               | 7  |
| Şekil 2-5. Black Sınıflaması .....                                                                                                                                                | 8  |
| Şekil 2-6. Süt Dişi ve Daimî Dişlerin Anatomik Farklılıkları .....                                                                                                                | 8  |
| Şekil 2-7. Süt dişlerinin ve daimî dişlerin kontakt farklılıkları .....                                                                                                           | 9  |
| Şekil 2-8. Minimal invaziv diş hekimliğindeki koruyucu uygulamalar .....                                                                                                          | 11 |
| Şekil 2-9. ART uygulama basamakları .....                                                                                                                                         | 12 |
| Şekil 2-10. Pedodontide kullanılan kavite dezenfektanlarının sınıflandırılması ..                                                                                                 | 15 |
| Şekil 2-11. Kanal yıkama solüsyonu.....                                                                                                                                           | 16 |
| Şekil 2-12. Ağız yıkama solüsyonu .....                                                                                                                                           | 16 |
| Şekil 2-13. Kavite Dezenfektanı olarak kullanılan %2'lik Klorheksidin (Bisco Inc, Schaumburg, USA) .....                                                                          | 17 |
| Şekil 2-14. Klorheksidin glukonatın (CHX) antimikrobiyal etkisi.....                                                                                                              | 19 |
| Şekil 2-15. Klorheksidin-diglukonat dezenfeksiyonu öncesi ve sonrası dentin yüzeyindeki bakteriyel yükün karşılaştırılması (Uday Mohan vd., 2016).....                            | 19 |
| Şekil 2-16. Klorheksidin'in etki yelpazesi. ....                                                                                                                                  | 19 |
| Şekil 2-17. Bir peptit bağının matris-metalloproteinazlar (MMP'ler) tarafından bölünmesi yoluyla kollajen bozunmasının şematik gösterimi (Lussi vd., 2015)..                      | 20 |
| Şekil 2-18. Klorheksidin'in (CHX) MMP'ler üzerindeki etkisinin şematik gösterimi .....                                                                                            | 20 |
| Şekil 2-19. CHX tarafından inhibe edilen MMP'ler .....                                                                                                                            | 21 |
| Şekil 2-20. Kloramin reaksiyonu .....                                                                                                                                             | 22 |
| Şekil 2-21. Sodyum Hipoklorit zararları.....                                                                                                                                      | 23 |
| Şekil 2-22. Tubulicid Red ve Tubulicid Blue arasındaki farkları .....                                                                                                             | 27 |
| Şekil 2-23. Diş macunu olarak kullanılan Aloe vera içerikli diş macunu.....                                                                                                       | 32 |

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3-1. Zımparalama ve parlatma makinesi .....                        | 52 |
| Şekil 3-2. Dentine Kadar Tirimlenmiş Diş Örneği (Okluzal) .....          | 53 |
| Şekil 3-3. Dentine Kadar Tirimlenmiş Diş Örneği (Bukkal) .....           | 53 |
| Şekil 3-4. Akriliğe Gömülmüş Diş Örnekleri .....                         | 53 |
| Şekil 3-5. Randomize Olarak Ayrılmış Dört Ayrı Grup .....                | 54 |
| Şekil 3-6. %37 fosforik asit (ProEtch, Promida) .....                    | 55 |
| Şekil 3-7. Klorheksidin (Kloroben, Drogan) .....                         | 55 |
| Şekil 3-8. Ozon (Ozonette Dent) .....                                    | 56 |
| Şekil 3-9. Propolis ekstraktı .....                                      | 56 |
| Şekil 3-10. Kompomer (Dyract XP) .....                                   | 57 |
| Şekil 3-11. Prime & Bond® NT adezivi .....                               | 57 |
| Şekil 3-12. LED ışın cihazı (3M Model: Elipar S10) .....                 | 58 |
| Şekil 3-13. Kontrol grubu asitleme işlemi .....                          | 59 |
| Şekil 3-14. Silikon kalıbın yerleştirilmesi ve kompomer uygulaması ..... | 59 |
| Şekil 3-15. Kloroben uygulaması .....                                    | 60 |
| Şekil 3-16. Ozonlu Su Uygulaması .....                                   | 61 |
| Şekil 3-17. Propolis uygulaması .....                                    | 62 |
| Şekil 3-18. 3 mm çapında ve 2 mm uzunluğunda silindirik kalıplar .....   | 62 |
| Şekil 3-19. Kompomer uygulaması sonrası diş örneği .....                 | 63 |
| Şekil 3-20. Termal siklus cihazı (Lua, İstanbul, Türkiye) .....          | 64 |
| Şekil 3-21. Makaslama test cihazı (Shimadzu, Japonya) .....              | 65 |
| Şekil 3-22. Örneklerin test cihazına konumlandırılması .....             | 65 |
| Şekil 3-23. Nikon SMZ800N (Nikon Corporation, Japonya) .....             | 66 |
| Şekil 4-1. Gruplara göre makaslama bağlanma dayanımı .....               | 69 |
| Şekil 4-2. Çalışmamızda gözlenen kırık tipleri .....                     | 70 |
| Şekil 4-3. Gruplara göre kırılma tiplerinin dağılımı .....               | 70 |
| Şekil 4-4. Kırılma tiplerine göre makaslama bağlanma dayanımı .....      | 72 |

## TABLO LİSTESİ

|                                                                                              | <u>Sayfa</u> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Tablo 1.</b> Çalışmada kullanılan materyallerin isimleri ve kimyasal içerikleri .....     | 54           |
| <b>Tablo 2.</b> Çalışma grupları ve uygulamalar.....                                         | 63           |
| <b>Tablo 3.</b> Kırılma Tipleri.....                                                         | 66           |
| <b>Tablo 4.</b> Çalışma gruplarına göre makaslama bağlanma dayanımı MPa .....                | 68           |
| <b>Tablo 5.</b> Çalışma gruplarına göre kırılma tiplerinin incelemesi .....                  | 69           |
| <b>Tablo 6.</b> Çalışma gruplarında kırılma tiplerine göre MPa değerlerinin incelemesi ..... | 71           |

## KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

$\leq$  Küçük eşittir

$\geq$  Büyük eşittir

$<$  Küçüktür

$>$  Büyüktür

$=$  Eşittir

% Yüzde

CFU/mL : Koloni oluşturan birim

**CHX** : Klorheksidin

**O<sub>3</sub>** : Ozon (Ozonlu Su)

**$\mu$ TBS** : Mikro Gerilim Bağlanma Dayanımı (Micro Tensile Bond Strength)

**SBS** : Makaslama Bağlanma Dayanımı (Shear Bond Strength)

**MMP** : Matriks Metalloproteinaz

**SEM** : Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope)

**SD** : Standart Sapma (Standard Deviation)

**p** : Olasılık Değeri (Probability Value)

**n** : Örnek Sayısı

**MPa** : Megapascal (Bağlanma Dayanımı Birimi)

**Vd.** : Ve Arkadaşları (Latin: Vdii)

**Fig.** : Şekil (Figure)

**Tab.** : Tablo (Table)

**mm** : Milimetre

**°C** : Santigrat Derece (Celsius)

**µm** : Mikrometre

**g** : Gram

**ml** : Mililitre

**pH** : Hidrojen İyon Konsantrasyonu



## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi, deneyim ve vizyonlarıyla bana yol gösteren; akademik ve insani duruşuyla her zaman örnek aldığım değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ÖZTÜRK'e, bilgi ve birikimlerini benimle paylaşarak gösterdiği sabır, destek ve yol göstericiliği için en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, bana her zaman ilham veren değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Deniz Sıla ÖZDEMİR ÇELİK ve Dr. Öğr. Üyesi Serpil SAĞDIÇ'a ve diğer hocalarıma teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Uzmanlık eğitim sürecimi anlamlandıran, her anımda desteğini, dostluğunu ve samimiyetini yanımda hissettiğim kıymetli arkadaşlarım Arş. Gör. Elif DEMİREL ŞEKER ve Arş. Gör. Beyza Nur ÇELİKKAYA' ya içtenlikle teşekkür ederim.

Birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum değerli kıdemlim Uzm. Dt. Nazlı ŞENGEL'e; aynı yolda emek verdiğimiz kıymetli asistan arkadaşlarım Arş. Gör. Hande Sena ALKAN, Arş. Gör. Elif SÜLEYMANOĞLU, Arş. Gör. Gamze KAPLAN, Arş. Gör. Elif Tuğçe NACAR, Arş. Gör. Melike TURGUT, Arş. Gör. Berna Yurt GÜLAL ve kısa süre de olsa birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum diğer tüm değerli asistan arkadaşlarıma destekleri, yardımları ve güzel paylaşımları için teşekkür ederim.

Hayatım boyunca sevgileriyle, anlayışlarıyla ve koşulsuz destekleriyle her zaman yanımda olan, varlıklarıyla bana güç veren canım annem Yasemin ERDAL'a, biricik kardeşlerim Aras GÖKDENİZ ve Semih GÖKDENİZ'e minnettarım.

Ve her zaman yanımda olup sevgisi, sabrı ve inancıyla en zorlu anlarda bile bana güç veren, yaşam yolculuğumu anlamlandıran sevgili eşim, hayat arkadaşım Berkтуğ Güney EKER'e sonsuz teşekkür ederim.

## 1. GİRİŞ

Diş çürüğü, çocukluk çağında en sık karşılaşılan kronik enfeksiyon hastalıklarından biri olup, özellikle süt dişlerinde görülen çürükler; çiğneme fonksiyonu, estetik, konuşma gelişimi ve daimî dişlerin sürme rehberliği açısından büyük önem taşımaktadır (Hotz, 2006). Süt dişlerindeki çürüklerin restoratif tedavisinde kullanılan materyallerin diş dokularına etkin bir şekilde bağlanabilmesi, restorasyonun başarısını doğrudan etkilemektedir (Pattanaik & Chandak, 2013). Bu bağlamda, restoratif işlem öncesinde kavite yüzeyinin mikrobiyal kontaminasyondan arındırılması hem ikincil çürük riskini azaltmak hem de materyalin bağlanma etkinliğini artırmak adına önem taşımaktadır (Arslan & Baygın, 2016).

Günümüzde kavite dezenfeksiyonunda çeşitli ajanlar kullanılmaktadır (Coelho vd., 2021). Bu ajanlar arasında klorheksidin gibi antimikrobiyal solüsyonlar, doğal ürünler arasında yer alan propolis ve son yıllarda dental alanda popülerite kazanan ozonlu su yer almaktadır (Patri, 2017). Ancak bu dezenfektanların, diş dokusuna uygulandıktan sonra restoratif materyallerin bağlanma dayanımı üzerinde oluşturabileceği etkiler halen tartışma konusudur (Bektaş, 2023; Palaz & Olmez, 2021; Vidal vd., 2025). Özellikle süt dişi dentin yapısının morfolojik olarak daimî dişlerden farklılık göstermesi, bu materyallerin etkileşimlerinin ayrı bir şekilde değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Bakır vd., 2022; Chisini vd., 2018; Waggoner, 2015).

Bu çalışmanın amacı, farklı kavite dezenfektanı uygulamalarının (klorheksidin, ozonlu su ve propolis) kompomer materyalinin süt dişi dentinine bağlanma dayanımı üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

Çalışmanın sıfır hipotezi ( $H_0$ ), klorheksidin, ozonlu su ve propolisin kavite dezenfektanı olarak uygulanmasının, kompomer materyalinin süt dişi dentinine bağlanma dayanımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı yönündedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Diş çürükleri, diş sert dokularının mikroorganizmalar tarafından lokalize olarak tahrip edilmesiyle karakterize edilen patolojik bir süreçtir. Her yaşta görülebilen ve ciddi bir halk sağlığı sorunu olan diş çürükleri, çocukluk çağında en sık görülen kronik hastalıklar arasında yer alır (Da Fonseca & Rohr Inglehart, 2022; Thitasomakul vd., 2006; WHO, 2016). Çürük dişler fonksiyonel sorunlara (çiğneme, konuşma, ısırma gibi), psikolojik sorunlara (özgüven eksikliği gibi) ve ekonomik sorunlara neden olabilir. Bu sebeple; erken yaşta çürük oluşumunun engellenmesi, çürüklerin tedavisi ve ağız diş sağlığının sağlanması oldukça önemlidir.

### 2.1 Çocuklarda Çürük Prevalansı ve Çürüğün Etkileri

Diş çürüğü, çürüğün oluşmasını önleyici ve tedavi edici uygulamalardaki gelişmeler olmasına rağmen en sık görülen çocukluk çağı hastalığı olmaya devam etmektedir (Antunes vd., 2006; Martins-Júnior vd.). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), erken çocukluk dönemi çürüğünü dünya çapında %60 ile %90 arasında değişen bir prevalans ile küresel bir sorun olarak tanımlamaktadır (WHO, 2016). Ayrıca Avrupa ülkelerinde, 6-12 yaş arasındaki çocukların %61'inde en az bir çürük diş olduğu bildirilmektedir (Hallett & O'Rourke, 2006).

Diş çürükleri tedavi edilmediklerinde ağrı ve enfeksiyon gibi bazı komplikasyonlara yol açarak çocuğun genel sağlığını da etkileyebilmektedir. Çocuklarda tedavi edilmemiş diş çürüklerinin ortaya çıkardığı problemler çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Da Fonseca & Rohr Inglehart; Monse vd., 2010).

Diş çürüğü kaynaklı ağrı ve çiğneme zorluklarının, çocuklarda hem beslenme hem de uyku düzenini bozarak büyüme ve gelişimi olumsuz etkilediği bilimsel olarak kanıtlanmıştır (Alkarimi vd., 2014; Ferraz vd., 2014).

### 2.2 Çürük Tedavisinde Kavite Dezenfektanlarının Rolü

Başarılı bir restoratif tedavide, çürükten arındırılmış kavitenin uygun restoratif materyallerle mikro sızıntıya izin vermeyecek şekilde restore edilmesi ve hastaya fonksiyonel bir çiğneme konforu kazandırılması hedeflenir. Çürük dokunun uzaklaştırılması sürecinde, sağlıklı ve remineralize olabilen dentin dokusunun korunması; buna karşılık demineralize, yumuşamış ve enfekte dentin dokularının elimine edilmesi amaçlanır. Restorasyon öncesi hazırlık aşamasında,

kavite yüzeylerinde, mine–dentin birleşim hattında ve smear tabakasıyla birlikte dentin tübüllerine yerleşmiş bakterilerin etkin biçimde uzaklaştırılması, tedavinin başarısı açısından kritik öneme sahiptir. Uzaklaştırılamayan bakteriler ikincil çürüklere neden olabilir ve restorasyonun başarısını uzun vadede etkileyebilir. Bu durumu ortadan kaldırmak için antimikrobiyal etkili restoratif materyallerin ve kavite dezenfektanlarının kullanımı önemli bir gündem haline gelmiştir (Brännström & Nyborg, 1973; Meiers & Kresin, 1996; Türkün vd.,2004).

### 2.2.1 Çocukluk Çağında Çürük Gelişimi ve Türleri

### 2.2.2 Çürüğün Tanımı ve Etiyolojisi

Diş çürüğü birçok yaş popülasyonunda yaygın olarak görülen; biyolojik, fiziksel, ekonomik, sosyal ve psikolojik etkileri olan bir hastalıktır (Hotz, 2006). Diş çürüğü, basitçe, ağızda var olan bazı bakterilerin dişin sert yapısını, belirli etkenlerin varlığı sonucu bozması olayıdır. Diş çürüğünün oluşabilmesi için gerekli bu etkenler; ağızda karyojenik bakteri varlığı, besin ve bakterilerin besinleri tüketmesi sonucu oluşan asit ve bu asidin diş sert dokularına etki etmesi için geçecek zamandır (Larsen vd., 1991; Pinkham vd., 2005). Çürük oluşumunda etkili dört ana faktör Şekil 2-1’de gösterilmiştir.

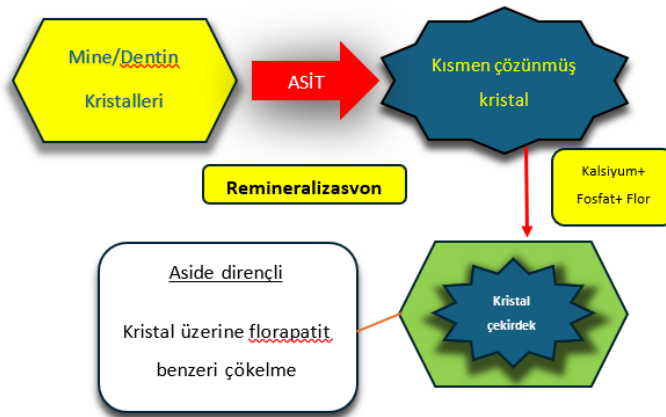


**Şekil 2-1.** Çürük oluşması için gereken başlıca dört etken

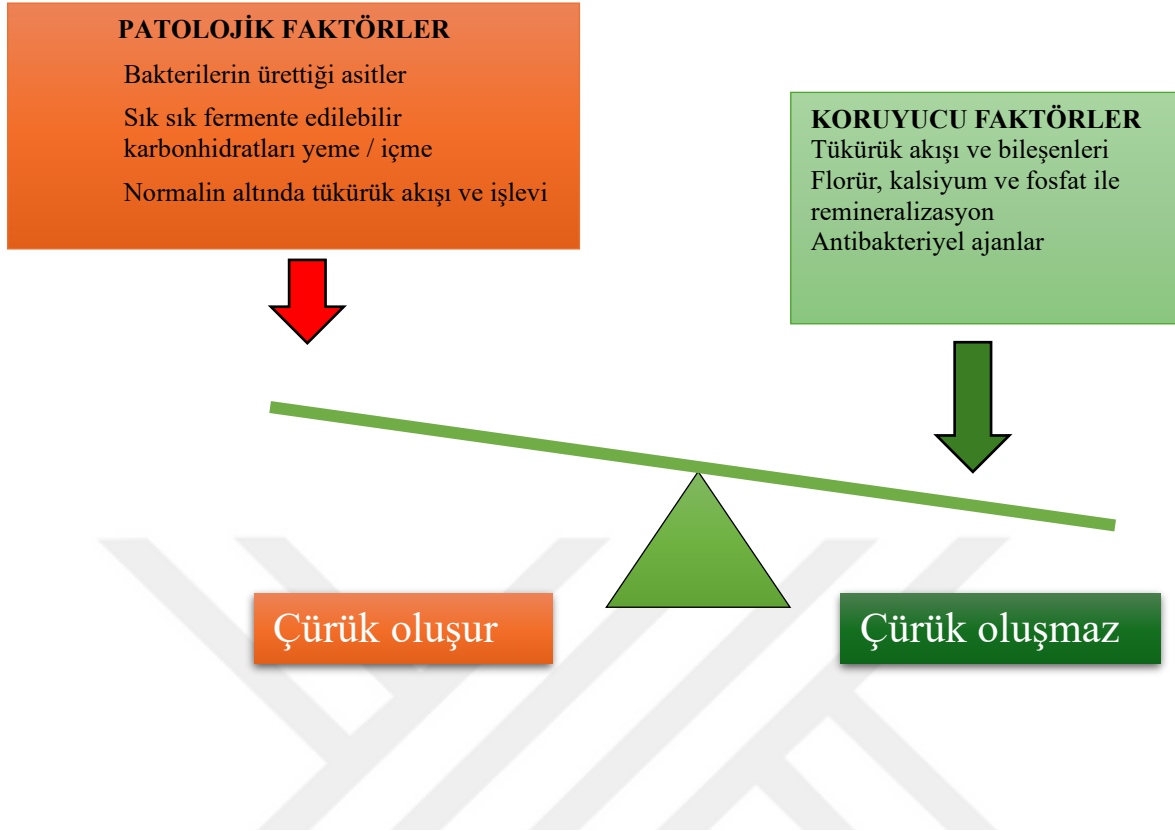
### 2.2.3 Çürük Gelişim Süreci

Diş çürüğü, bakteri metabolizmasından kaynaklanan asitlerin mine ve dentine yayılması ve buralardaki minerali çözmesi sonucu oluşan, bulaşıcı bir bakteriyel hastalık sürecidir. Çürük oluşumunda sorumlu bakteriler, karbonhidratları fermente ederek metabolizmalarının bir yan ürünü olarak organik asitler üretirler. Bu organik asitler ortamı asidik hale getirir ve bazı süreçleri başlatırlar. Çürük süreci, birçok demineralizasyon ve remineralizasyon döngüsünden kaynaklanan bir sürekliliktir (Şekil 2-2). Demineralizasyon, mine veya dentin içindeki kristal yüzeyde atomik düzeyde başlar ve durdurulmadıkça son nokta kavitasyon olacak şekilde devam eder (Featherstone, 2008).

Lezyonun ilerlemesini durdurmak veya remineralizasyonu teşvik ederek süreci tersine çevirmek için çeşitli yaklaşımlar uygulanabilmektedir. Remineralizasyon, kavitasyonsuz lezyonlar için doğal onarım sürecidir ve demineralizasyondan sonra kalan yüzey altı lezyonlarındaki kristal kalıntıları üzerinde yeni bir yüzey oluşturmak için, florür tarafından desteklenen kalsiyum ve fosfat iyonlarına dayanır. Bu remineralize kristaller asit ataklarına dayanıklıdır ve orijinal minerale göre çok daha az çözünür (Featherstone, 2008) (Şekil 2-3).



**Şekil 2-2.** Karyojenik bakterilerin ürettiği asitlerin neden olduğu demineralizasyon ve bunu takiben oluşan remineralizasyon sürecinin şematik gösterimi (Featherstone, 2008).



**Şekil 2-3.** Patolojik ve koruyucu faktörlerin etkileşimiyle çürük sürecinin ilerleyip ilerlemediğini ya da dengede kalıp kalmadığını gösteren çürük dengesi modeli

## 2.3 Sınıflandırmalar

### 2.3.1 Lokalizasyonuna Göre

Düz Yüzey Çürüğü: Dişlerin çiğneme yüzeyleri dışında kalan düz yüzeylerinde meydana gelen çürüklerdir. Genellikle dişlerin vestibülünde veya lingual bölgesinde oluşur. Küçük, tebeşir beyazı bir leke görünümündedir (aktif çürük). Bu, minerde demineralizasyon olduğunu gösterir. Düz yüzey çürükleri bazen de parlak kahverengi bir lezyon olarak kendini gösterir. Bu görüntü, minenin demineralizasyonu sonucu çürük oluştuğunu ancak bir süre sonra remineralize olmasıyla karşılık kahverengi rengin değişmeden kaldığını gösterir (inaktif çürük) (Arends & Christoffersen, 1986).

Pit ve fissür çürüğü: Daimî ve süt azıların okluzal yüzeylerindeki pit ve fissürler retansiyon alanlarıdır, bu bölgelerde kalan gıda artıkları kolay temizlenemez. Çocuklarda diş çürüklerinin büyük oranda pit ve fissürlerden

başladığı görülmektedir. Çürük başlangıçta küçük bir alanda, fark edilmesi zor, küçük bir leke gibi görünebilir, ancak hızla ilerleyerek mine- dentin sınırını aşarak dentin tabakasına ulaşabilir. Bu nedenle, düşük ağız hijyenine sahip çocuklarda ve yetişkinlerde, pit ve fissürlerin çürükten korunması için bu bölgelere mutlaka fissür örtücü uygulanmalıdır (Leake vd., 1997; Welbury vd., 2004).

İkincil veya Tekrarlayan Çürük: Restorasyonlar veya fissür örtücüler ile ilişkili bir lezyon olarak tanımlanır (Mjör & Toffenetti, 2000). Restoratif materyalin kendisi sekonder çürük oluşumunda etkili olsa da restorasyon boşluklarının varlığı ve boyutu, hastaların çürük riski grubu ve diş hekiminin deneyimi gibi diğer faktörler daha ilgili görünmektedir (Askar vd., 2020).

### **2.3.2 İlerleme Hızına Göre**

Akut çürük (Aktif): Süt dişlerinde görülen çürükler genellikle hızlı ilerleyen akut çürüklerdir. Süt dişi dentin kalınlığının sürekli dişlerin dentin kalınlığının yarısı kadar olması ve mineralizasyon bakımından da yoğunluğunun yine sürekli dişlere göre daha az olması nedeniyle, çürük mine-dentin sınırını geçtikten sonra dentini çok kolay aşındırarak ilerler ve kısa sürede pulpaya ulaşır.

Kronik çürük (İnaktif): Yavaş ilerleyen çürüklerdir. Çürüğün ilerleme hızına bağlı olarak pulpa reaksiyonel dentin oluşturarak geri çekilir ve kendini korur (Garg & Bogra, 2015).

### **2.3.3 Etiyolojisine Göre**

#### **2.3.3.1 Erken çocukluk çağı çürüğü (Biberon çürüğü):**

Kronik, geri dönüşümsüz, multifaktöriyel ve bulaşıcı bir hastalık olan erken çocukluk çağı çürükleri (EÇÇ), çocuklarda görülen en yaygın hastalıklarından biridir (Qin vd., 2008; Thitasomakul vd., 2006). Bebeklik döneminde görülen diş çürükleri ilk defa Fass (1962) tarafından ‘nursing bottle mouth’ şeklinde adlandırılmıştır. Çürüğün klinik görünümü ve çürük gelişimine neden olan etiyolojik faktörler, bu tablonun “melanodonti infantil”, “baby bottle mouth caries”, “nursing caries” “labial caries” gibi farklı isimlerle adlandırılmasına sebep olmuştur (Ripa, 1988).

Günümüzde, küçük çocuklarda görülen çürüklerin tamamına ‘Erken Çocukluk Çağı Çürüğü’ terimi kullanılmaktadır. EÇÇ; 71 aylık ve daha küçük

çocukta birden fazla kaviteli veya kavitesiz çürük lezyonu, çürüğe bağlı diş kaybı veya herhangi bir süt dişinde dolgulu diş yüzeyinin varlığı olarak tanımlanır. Şiddetli EÇÇ ise 3 yaşında 4'ten fazla, 4 yaşında 5'ten fazla, 5 yaşında 6'dan fazla çürük, çürük nedeniyle çekilmiş diş ya da dolgulu diş yüzeyine sahip olması olarak adlandırılır (Ismail & Sohn, 1999; Takaoka vd., 2011). Şekil 2-4' te EÇÇ 'ye örnek bir hastanın ağız içi görseli yer almaktadır.



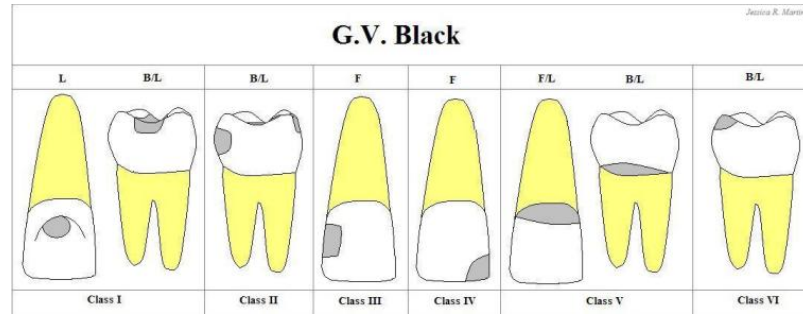
**Şekil 2-4.** EÇÇ' ye sahip 4 yaşındaki bir çocuk.

## **2.4 Çürük Tedavisinde Kavite Hazırlıkları**

### **2.4.1 Kavite Hazırlığının İlkeleri**

Çürük dokunun uzaklaştırılmasının ardından, restoratif materyalin yerleştirilebilmesi amacıyla belirli kurallara göre hazırlanan diş dokusu boşluğu “dental kavite” olarak ifade edilir (Yalın Çakır vd., 2013)

G. V. Black tarafından 1800'lü yıllarda yapılan sınıflandırma sistemi günümüzde birkaç küçük değişiklikle halen kullanılmaktadır. Black'in orijinal sınıflandırması beş kategoriden oluşuyorken, altıncı kategori sonradan dahil edilmiştir (Budisak & Brizuela, 2025). Black sınıflaması Şekil 2-5 'te belirtilmiştir.



**Şekil 2-5.** Black Sınıflaması

Bu sınıflandırmanın; erken çürük lezyonlarını tanımlayamaması, çürüğün geri döndürülebilir doğasını dikkate almaması ve lezyonlu alanların tamamen uzaklaştırılmasını öngörmesi nedeniyle gereksiz madde kayıplarına yol açtığı belirtilmektedir. Gelişen güçlü materyaller, remineralize edici ajanların çeşitliliği nedeniyle artık bu prensipler yerini minimal invaziv kavitelere bırakmıştır (Osborne & Summitt, 1998).

Günümüzde; çürük lezyonlarının tamamının uzaklaştırılması yerine koruyucu ve remineralize tedavi edici ajanlar tercih edilirken, çürük önleyici ajanların önemi üzerinde daha çok durulmaktadır (Petersen, 2003; Walsh & Brostek, 2013).

## 2.5 Pedodontide Kavite Hazırlığı

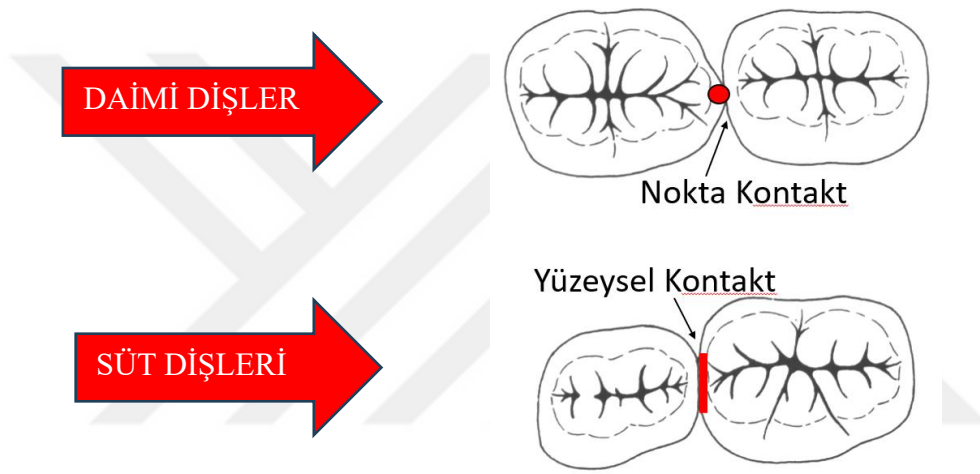
Yetişkinlere uygulanan restoratif tekniklerin ve materyallerin çoğu çocuklarda da uygulanabilir. Ancak süt dişlerinin yüzey morfolojisi, sahip olduğu fiziksel özelliklerin farklı olması, çocuk-ebeveyn beklentileri ve çocuğun tedaviye olan yaklaşımı gibi önemli farklılıklara sebep olmaktadır.



**Şekil 2-6.** Süt Dişi ve Daimî Dişlerin Anatomik Farklılıkları

Süt dişlerinin mesio-distal genişliği, serviko-okluzal yüksekliğinden fazladır (Şekil 2-6). Süt dişleri arasındaki kontakt sürekli dişlerdeki gibi küçük bir nokta halinde değil; daha geniş ve düz bir yüzey halindedir. Bu durum çürüğün arayüzde daha hızlı ilerlemesine sebep olmaktadır (Allison & Schwartz, 2002).

Aynı zamanda süt dişlerinin klinik kron boyunun kısa olması yapılacak tedavinin tutuculuğunu etkilemektedir. Süt dişleri daimî dişlere göre daha fazla servikal daralma gösterirler, bu sebeple özellikle sınıf-2 kavite açılırken basamağın hazırlanmasını zorlaştırmaktadır (AAPD, 2008; Gross vd., 2001). Süt dişlerinin ve daimî dişlerin kontakt farklılıkları Şekil 2-7 'de gösterilmiştir.



**Şekil 2-7.** Süt dişlerinin ve daimî dişlerin kontakt farklılıkları

Son yıllardaki teknolojik gelişmelerle yeni restoratif materyaller geliştirilmiştir. Bu nedenle;

- Korumak için genişletmeye gerek yoktur. Cam iyonomer gibi florid içeren restoratif materyaller karyostatik özellik taşırlar.
- Restoratif materyallerin dişe bağlanma özellikleri ve dayanıklılıkları artmıştır. Bu nedenle de retansiyon için genişletmeye gerek yoktur.
- Yeni geliştirilmiş adheziv restoratif materyaller mine ve dentine kimyasal olarak bağlanma özellikleri vardır.
- Zayıflamış diş yapısını kaldırmaya gerek yoktur.
- Yeni geliştirilmiş materyallerin yapıları güçlendirilmiştir. Bu durum yeni kavite prensiplerini gündeme getirmiştir.

### 2.5.1 Çocuk Diş Hekimliğinde Minimal İnvaziv Yaklaşımlar

Çocukların ağız ve diş sağlığı, genel sağlık ve yaşam kaliteleri üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Bu dönemde oluşan diş problemlerinin erken teşhisi ve tedavisi, sadece ağız sağlığını korumakla kalmaz, aynı zamanda çocukların fiziksel ve psikolojik gelişimlerini destekler. Geleneksel tedavi yaklaşımları genellikle çocuklar üzerinde travmatik olabildiği için, çocuklarda dental anksiyete riskini artırabilir. Bu nedenle, minimal invaziv restorasyonlar, çocuk diş hekimliği pratiğinde giderek daha önemli bir yer edinmektedir (Lewis & Bassi, 2022)

Minimal invaziv restorasyonlar, diş dokusunun maksimum düzeyde korunmasını hedefleyen modern bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, tedavi sürecini daha kısa ve konforlu hâle getirir; böylece çocuk hastalarda tedaviye uyumu artırır ve dental anksiyeteyi azaltır ( Featherstone vd., 2021).

Günümüzde, adeziv materyallerdeki ilerlemeler, teknolojik yenilikler ve koruyucu-önleyici yaklaşımların gelişimi sayesinde minimal invaziv diş hekimliği giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Lewis & Bassi, 2022)

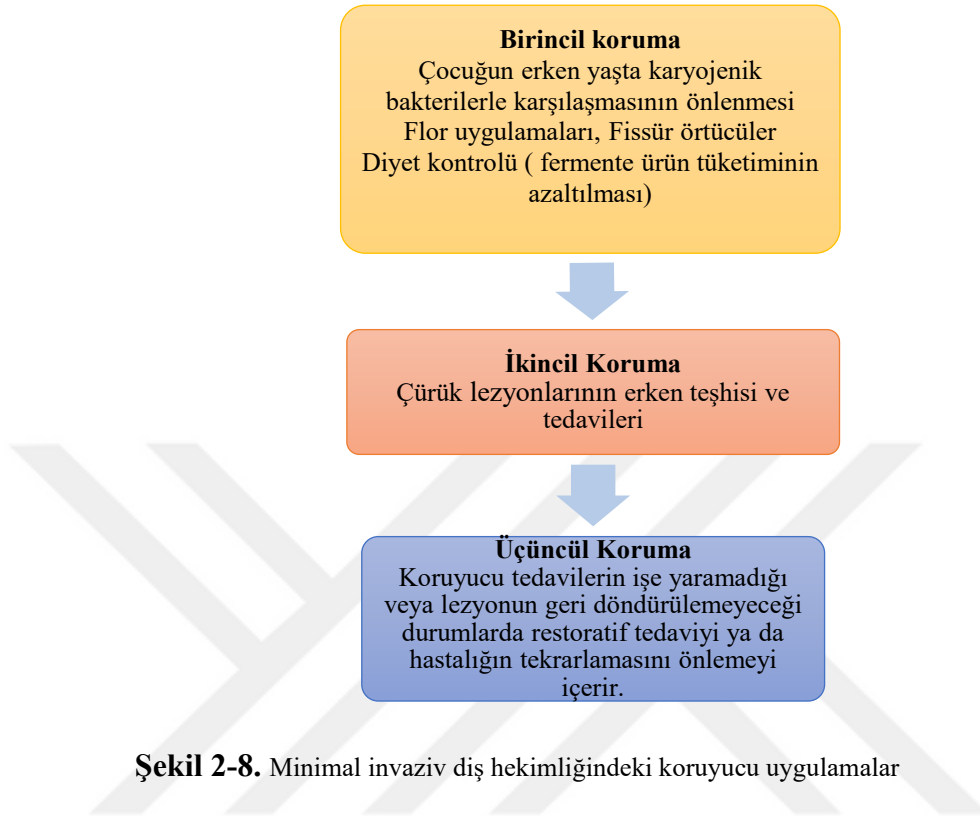
Bu yaklaşımlar içerisinde, minimal invaziv diş hekimliği 5 temel prensip içermektedir. Bunlar;

1. Başlangıç lezyonlarının remineralizasyonu
2. Ağız florasında yaşayan karyojenik bakterilerin azaltılması demineralizasyonun durdurulması
3. Kaviteye sahip dişlerde minimal madde kaybı ile çürük lezyonunun tedavisi
4. Yapısal bütünlüğünü kaybetmiş restorasyonların tamiri ve yenilenmesi
5. Yeni lezyonların oluşumun önlenmesi (Tyas vd., 2000).

#### **Minimal invaziv tedavi yaklaşımının amacı (Şekil 2-8):**

- Karyojenik enfeksiyonun kontrol altına alınmasıyla operatif tedavinin olabildiğince ertelenmesi
- Henüz kaviteye dönüşmemiş olan demineralize mine lezyonlarının remineralizasyonunun kaviteye dönüşümünün engellenmesi, sağlanması
- Kaviteye dönüşmüş olan çürük lezyonlarının sadece çürük dokuları kaldırarak düzeyde açılması ve minimal düzeydeki kaviteye adeziv dolgu

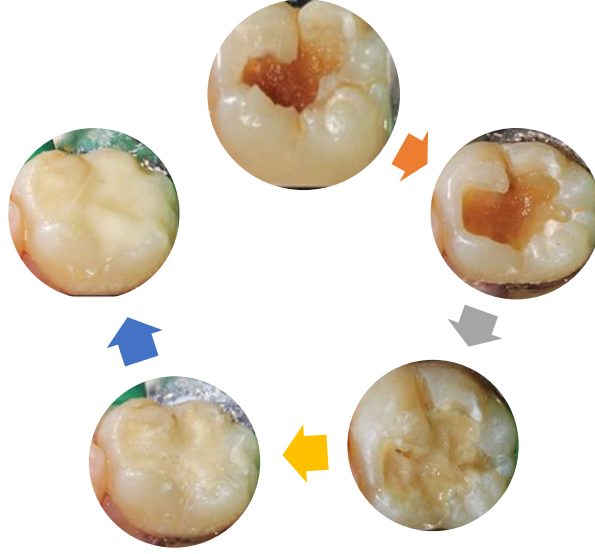
materyalleri ile restorasyonu, dolguların değiştirilmesi yerine tamiri esasına dayanmaktadır (Lewis & Bassi, 2022).



**Şekil 2-8.** Minimal invaziv diş hekimliğindeki koruyucu uygulamalar

### 2.5.2 Atravmatik Restoratif Tedavi (ART):

ART, koruyucu ve restoratif tedaviyi kombine eden bir minimal invaziv yaklaşımdır. ART uygulanırken sadece el aletleri kullanılır ve bu da hastalarda daha düşük seviyelerde endişeye ve tedavi sırasında ağrıya ve daha az strese yol açar. El aletleri ile kaldırılan dokuların üzerine yüksek viskoziteli cam iyonomer yerleştirilir ve yine el aletleri ile diş formu vererek bitirilir (Frencken, 1997). ART uygulama basamakları Şekil 2-9’ da gösterilmiştir.



**Şekil 2-9.** ART uygulama basamakları

Diş hekimi ulaşımının zor olduğu, diş hekimi sayısının ve dental ekipmanların yeterli olmadığı ülkelerde ART; diş tedavilerinde büyük önemli bir yer tutmaktadır. Bu yöntem çocuk hastalar için de tolere edilebilen bir yöntem olması aynı zamanda avantajıdır. İlk kez tedavi olacak küçük yaş grubunda, zihinsel veya fiziksel engeli olan hastalarda, korku ve dental kaygının yüksek olduğu hastalarda, yüksek çürük riskli bireylerde geçiş tedavisi olarak yaygın olarak kullanılan bir tedavi yöntemidir (Holmgren vd., 2013).

### **2.5.3 Aşamalı Çürük Uzaklaştırma Yöntemi**

Aşamalı çürük tedavisinde ilk aşama lezyon aktivitesini durdurmayı veya yavaş ilerleyen lezyona dönüştürmeyi amaçlar. Klinik olarak aktif olan derin dentinde bulunan çürük lezyonunu, belirli sürelerle ikinci aşamaya bırakarak, çürük lezyonunu yumuşak, renksiz ve ıslak bir dokudan; daha koyu, daha sert ve daha kuru bir görünüme sahip çürük lezyonuna dönüştürür. İkinci aşamaya geçiş için önerilen pek çok farklı bekleme süresi (3,6,9,12 ay) bulunmaktadır (Bjørndal vd., 1997).

Geçici restorasyon aşamasında bilinçli olarak bırakılan yumuşak çürük dentin, zamanla inaktif lezyonların tipik özelliklerini kazanarak daha sert ve kuru bir yapıya dönüşür ve düşük düzeyde bakteriyel enfeksiyon içerir. Bu yöntemin temel amacı, pulpa-dentin kompleksinin fizyolojik tepkilerini desteklemektir. Bu

tepkiler arasında dentin sklerozu ve tersiyel dentin oluşumu gibi süreçler yer alır ve daimî restorasyon öncesinde bu süreçlerin gerçekleşmesi hedeflenir (Bodecker, 1938).

AAPD'nin 2022 yılında güncellenen rehberine göre, tüm çürük uzaklaştırıldığında pulpanın açığa çıkma riski mevcutsa hem süt dişlerinde hem de kalıcı dişlerde derin çürük durumunda ve normal pulpa ya da geri dönüşümlü pulpitis varlığında, aşamalı çürük uzaklaştırma yöntemi tercih edilmelidir (American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD), 2022).

#### **2.5.4 İnterim Terapötik Restorasyonlar (İTR)**

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), ART' yi, geleneksel diş hizmetlerine erişimi sınırlı popülasyonlarda çürük tedavi ve önleme yöntemi olarak benimsemiştir (Frencken, 2010; WHO, 2016). İTR, benzer teknikler kullanır ancak farklı terapötik hedeflere sahiptir. İTR, çürük ilerlemesini durdurma veya önleme amacıyla kullanılabilir. Geleneksel restorasyon yapılamadığı durumlarda, özellikle çocuk hastalarda, kooperasyon sorunu yaşanan hastalarda veya özel sağlık ihtiyaçları olan bireylerde uygulanabilir (Canares vd., 2018; Deery, 2005; Gryst & Mount, 1999).

İTR' nin amacı, çürükten etkilenen demineralize diş dokularını temizledikten sonra kaviteyi flor salınımı sağlayan bir restoratif materyalle doldurmaktır. Bu yöntem, bazı durumlarda yaygın çürüğü olan hastalarda aşamalı çürük temizliği için, bazen aktif çürük lezyonlarının kontrol altına alınmasında, bazen de kooperasyon sağlanamayan hastaların daimî restorasyon sürecine uyumunu artırmak için tercih edilmektedir (Yip vd., 2001).

### **2.6 Kavite Dezenfektanlarının Genel İlkeleri**

#### **2.6.1 Kavite dezenfeksiyonunun tanımı ve gereklilikleri**

Başarılı bir restoratif tedavinin amacı, çürük çıkarıldıktan sonra boşluğun sızdırmaz bir restorasyonunu sağlamak ve çiğneme fonksiyonunu yeniden kazandırmaktır. Günümüzde çürüğün tamamen çıkarılmasını öneren geleneksel kavite hazırlama prensipleri yerini, sadece yumuşak ve denatüre dentinin çıkarılmasını öneren konservatif yaklaşımlara bırakmıştır. Çürük uzaklaştırıldıktan sonra; dentinin sertliğine ve rengine dayalı görsel çürük tespiti, kavitenin bakteri durumu ve içeriği hakkında bilgi vermek için yetersiz olduğu için objektif

değerlendirme için uygun değildir (Kidd vd., 1993). Dentin içerisindeki, kalan bakteriler, enzimatik aktivitelerini devam ettirerek çoğalabilmektedir (Leung vd., 1980). Bu durum restorasyon altında ikincil çürüklerin gelişmesine sebep olarak restorasyon başarısını olumsuz etkilemektedir (Arslan & Baygın, 2016).

Objektif bir değerlendirme aracı olarak önerilen çürük indikatörleri, mikroorganizma varlığını belirlemede sınırlı (%15–40) doğruluk göstermektedir. Tüm boyalı dokuların uzaklaştırılmasına karşın, pulpaya komşu bölgelerde ve dentin tübülllerinde mikroorganizmalar varlığını sürdürebilmektedir. Bu rezidüel mikroorganizmalar, sekonder çürük oluşumu ve pulpal komplikasyonlar açısından risk oluşturmaktadır (Arslan & Baygın, 2016). Bu sebeple, mikroorganizmaların neden olduğu postoperatif hassasiyet, ikincil çürük ve pulpal enflamasyonu önlemek amacıyla kavite restorasyon öncesi dezenfeksiyonu önerilmektedir (Brännström, 1987).

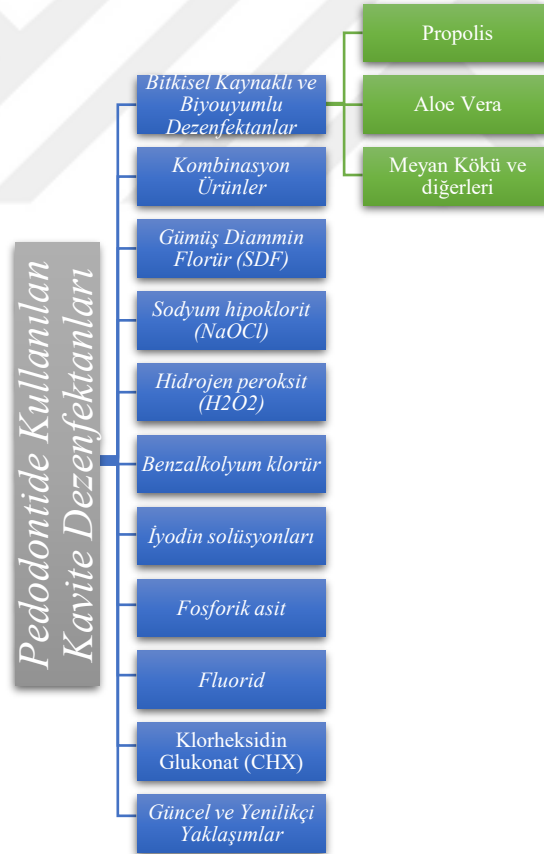
### **2.6.2 Çocuklarda kavite dezenfektanı kullanımı**

Çocuk diş hekimliğinde kavite dezenfektanı kullanımı, büyüme çağındaki hastaların özel anatomik ve fizyolojik diş yapıları göz önünde bulundurularak dikkatle yapılmalıdır. Çocuk dişlerinde pulpa odası daimî dişlere kıyasla daha geniştir ve dentin kalınlığı daha incedir (Bakır vd., 2022). Bu durum, kavite dezenfeksiyonunun restoratif tedavilerde ve çocuk diş hekimliğinde vazgeçilmez bir aşama haline gelmesine neden olmuştur.

Diş hekimliğinde kavite dezenfektanı seçimi, biyouyumluluk, güvenlik ve materyal uyumu açısından dikkatle yapılmalıdır (El-Housseiny & Jamjoum, 2001; Jowkar vd., 2018; Mohammad vd., 2011). Çocuklarda immün sistemin daha hassas olması nedeniyle, toksik, alerjen veya iritan özellikteki ajanlardan kaçınılmalıdır (Patri, 2017). Ayrıca kullanılacak dezenfektanın, kompozit, kompomere veya cam iyonomer gibi restoratif materyallerle kimyasal uyumlu olması büyük önem taşır. Tat ve koku faktörleri de çocuk hastalarda tedaviye uyumu etkileyebileceğinden, hoş kokulu veya nötr özellikte ürünler seçilmelidir. Tedavi öncesinde çocuğun alerji öyküsü sorgulanmalı, tedavi sonrası postoperatif hassasiyet veya renk değişimi gibi olası komplikasyonlar izlenmelidir. Sonuç olarak, çocuklarda kavite dezenfeksiyonunda biyouyumlu, güvenli ve materyal dostu ajanların kontrollü kullanımı tedavi başarısında belirleyici rol oynamaktadır (Pattanaik & Chandak, 2013).

### 2.6.3 Pedodontide Kullanılan Kavite Dezenfektanları

Çocukların sağlıklı bir ağız yapısına sahip olmaları, genel sağlık ve yaşam kaliteleri için büyük önem taşır. Süt dişlerinden itibaren başlayan dental problemler, sadece ağız içinde sınırlı kalmaz, aynı zamanda çocukların beslenme, konuşma, büyüme ve sosyal gelişim süreçlerini olumsuz etkileyebilir. Çürük oluşumu, çocuklarda en yaygın görülen kronik enfeksiyon hastalıklarından biridir ve erken müdahale edilmediğinde diş kaybına, enfeksiyonlara ve ağrıya yol açabilir. Bu noktada, kavite dezenfektanları hem diş sağlığını korumak hem de enfeksiyon riskini azaltmak için önemli bir yere sahiptir. Çürük dentininin temizlenmesi sırasında kullanılan bu ajanlar, dişte kalan mikroorganizmaları etkili bir şekilde elimine ederek restorasyonların başarısını artırır (Arslan vd., 2020). Çocuk diş hekimliğinde kullanılan kavite dezenfektanları Şekil 2-10' da gösterilmiştir.



Şekil 2-10. Pedodontide kullanılan kavite dezenfektanlarının sınıflandırılması

### 2.6.3.1 Klorheksidin Glukonat (CHX) ve Pedodontide Kullanımı

#### 2.6.3.1.1 Klorheksidin Glukonatın Genel Özellikleri

Klorheksidin (CHX), 1950'lerde Birleşik Krallık'ta geliştirilmiş ve 1970'lerde ABD'de kabul edilmiştir. 1954 yılında cilt yaraları için antiseptik olarak kullanılmıştır. Diş hekimliğinde cerrahi öncesi ağız dezenfektanı ve endodontide kanal irrigasyon ajanı (Şekil 2-11) olarak kullanılmaya başlanmış olup günümüzde kullanım alanı artmaktadır (Uygun, 2007).



Şekil 2-11. Kanal yıkama solüsyonu

Klorheksidin; diglukonat, asetat ve hidroklorür tuzu olmak üzere üç formda mevcuttur. Diş hekimliğinde klorheksidin diglukonat, mikrobiyal dental plağın kimyasal kontrolünde ve diş çürüklerinin önlenmesinde kullanılmaktadır (Brookes vd., 2020). Şekil 2-12 'de ağız yıkama solüsyonu gösterilmiştir.



Şekil 2-12. Ağız yıkama solüsyonu

Bis biguanid bileşiklerinden biri olan klorheksidin, gram pozitif ve gram negatif bakteri ve mantarların yanı sıra; Katepsin MMP 2, 8 ve 9'a karşı etkilidir (Scaffa vd., 2012).

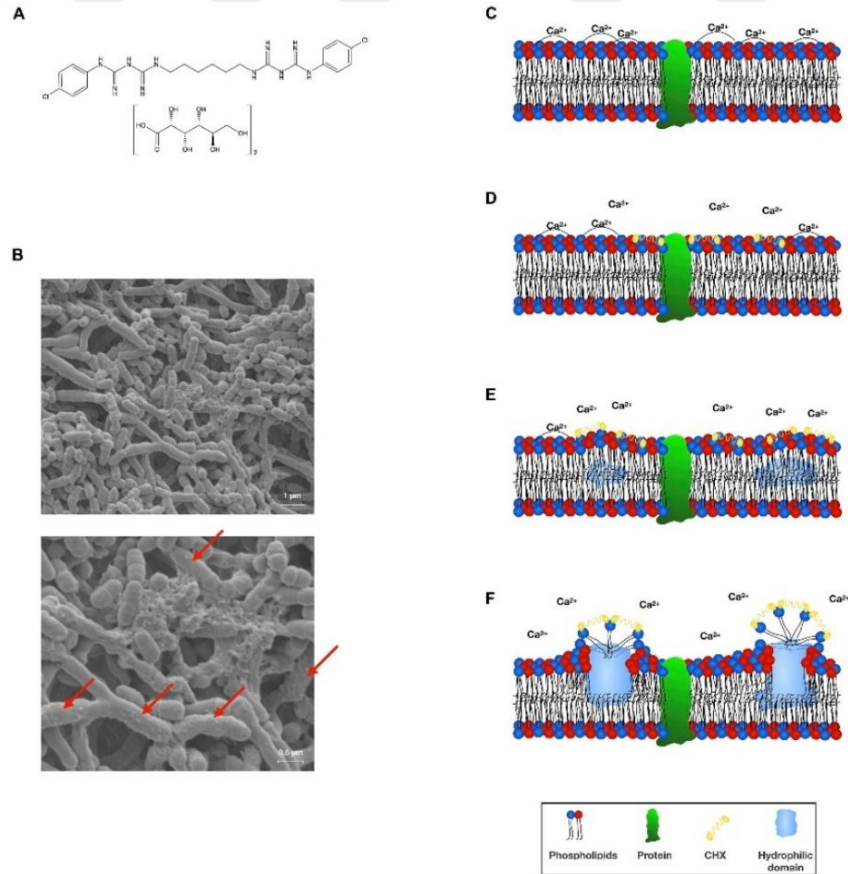
Düşük konsantrasyonlarda CHX, bakteri hücresinin ozmotik dengesini değiştirerek düşük moleküler ağırlıklı moleküllerin (potasyum ve fosfor) salınmasını teşvik eden bakteriyostatik bir etkiye sahiptir. Öte yandan, yüksek konsantrasyonlarda bakterisidal bir etkiye sahiptir, bu da zar geçirgenliğinde bir artışa neden olarak hücre yıkımına neden olur. Moleküler yapısı, bakteri hücre zarına bağlanarak hücre permeabilitesini bozmasına ve bakterilerin ölümüne neden olan bir mekanizmaya sahiptir. %0,2'den %2'ye kadar farklı konsantrasyonlarda kullanılabilir (Şekil 2-13) ve hem sıvı hem de jel formda bulunur (Mohammadi, 2008).



**Şekil 2-13.** Kavite Dezenfektanı olarak kullanılan %2'lik Klorheksidin (Bisco Inc, Schaumburg, USA)

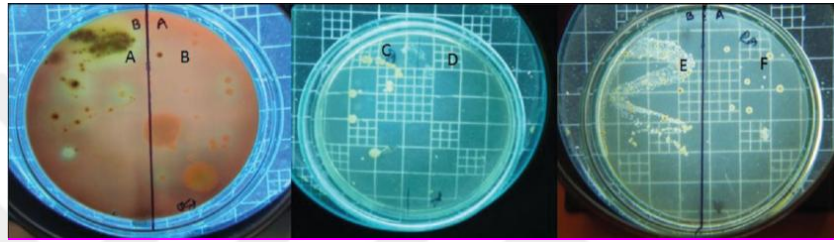
Pedodontide sıklıkla düşük konsantrasyonlarda tercih edilmesinin nedeni, çocuklarda güvenli ve tolere edilebilir bir kullanım sağlamasıdır. Klorheksidin, bakterilerin metabolik aktivitelerini etkiler ve düşük konsantrasyonda bakteriyostatik iken; yüksek konsantrasyonda bakterisit görevi görür (Estrela vd., 2003). Düşük konsantrasyonlarda, pozitif yüklü klorheksidin molekülleri, gram (+) bakterilerin fosfat gruplarına ve gram (-) bakterilerin yüzeyindeki lipopolisakkaritlere bağlanarak bakteri hücre zarının bütünlüğünü bozar ve geçirgenliğini artırır (Şekil 2-14). Böylece bakterilerin hücresel fonksiyonları bozulur ve çoğalmaları engellenir (Fardai & Turnbull, 1986) (Şekil 2-15). Yüksek konsantrasyonlarda, klorheksidin bakteri hücrelerine girer ve çapraz protein

bağlanması ile sitoplazmanın aglütinasyonuna neden olur. Glikoziltransferaz enzimini inhibe ederek geri dönüşümsüz hücre hasarına neden olur (Gomes vd., 2003). Klorheksidin bileşiğindeki klorheksidin glukonat, dentindeki amino asitlere bağlanır ve iyi bir antibakteriyel etki sağlayarak etkisini korur (Dalkilic vd., 2012). Klorheksidin glukonat; bağlı olduğu dokulardan yavaşça salınarak uzun süreli aktivite gösterir, bu sebeple etkisi uzun süre devam eder. Düşük konsantrasyonda bakteriyostatiktir ve yüksek konsantrasyonda bakterisidaldir, çünkü hücresel içeriğini geri dönüşümsüz olarak çökeltir (Arslan & Baygın, 2016). Düşük konsantrasyonlarda, hücre zarı enzimlerini inhibe eder ve hücre zarı geçirgenlik kabiliyetini artırır. Bu etkiye 'bakteriyostaz' denir. Yüksek konsantrasyonlarda sitoplazmik organellerin çökmesine neden olarak bakterisidal etkiye sahiptir. Klorheksidini diğer antiseptiklerden ayıran en önemli özellik, anyonik substratlar olan; hidroksiapatite, peliküle, tükürük glikoproteinlerine ve mukoza zarlarına bağlanabilmesidir. Bu özelliği ile pelikül oluşumunu azaltır ve yüzeyden kontrollü salınım ile ortamda uzun süre varlığını sürdürebilir (Cheung vd., 2012).

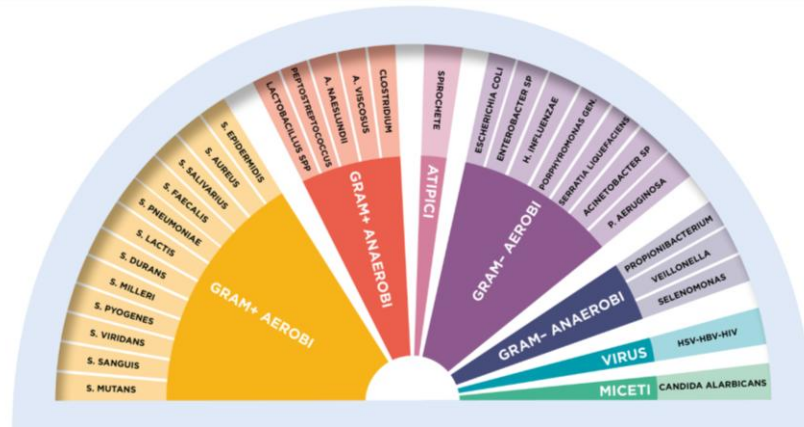


**Şekil 2-14.** Klorheksidin glukonatın (CHX) antimikrobiyal etkisi.

(A)CHX diglukonatın kimyasal yapısı.  
(B) Actinomyces naeslundii, Actinomyces odontolyticus ve Streptococcus mutans'tan oluşan in vitro polimikrobiyal biyofilmin CHX (%0,2; 10 dakika) ile muamele sonrası taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü. Bakteriye hücre yüzeylerindeki vezikül benzeri yapılar zar hasarını göstermekte olup kırmızı oklarla belirtilmiştir.  
(C-F) CHX'in bakteriye sitoplazmik zarlara etki mekanizmasının şematik gösterimi. CHX, negatif yüklü bakteri hücre zarına bağlanarak fosfolipid çift tabaka üzerindeki iki değerlikli katyonları yerinden uzaklaştırır. Bu etkileşim, zar akışkanlığında azalmaya ve zarla ilişkili enzimlerin metabolik işlevlerinin bozulmasına yol açar (Gilbert & Moore, 2005).



**Şekil 2-15.** Klorheksidin-diglukonat dezenfeksiyonu öncesi ve sonrası dentin yüzeyindeki bakteriye yükün karşılaştırılması (Uday Mohan vd., 2016)



**Şekil 2-16.** Klorheksidinin etki yelpazesi.

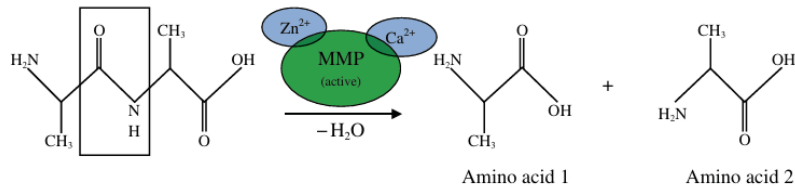
### ***Klorheksidinin Etki Mekanizması***

CHX, pozitif yüklü bir molekül olduğundan dolayı, negatif yüklü bakteri hücre zarına bağlanarak zarın yapısal bütünlüğünü bozar. Bu süreçte bakterilerin metabolizmasını engeller ve hücre lizisi meydana gelir. Ayrıca CHX, dentin

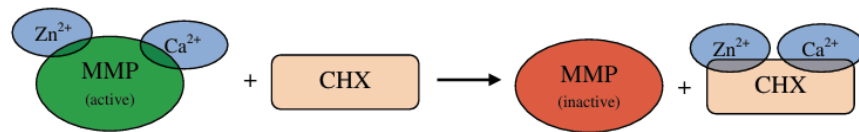
yüzeyine ve dentinal tübüllere bağlanarak uzun süreli antimikrobiyal etki (rezidüel etki) sağlar. Bu özellik, restorasyonların altındaki dentinde kalan mikroorganizmaların yeniden çoğalmasını önlemek açısından önemlidir. Klorheksidin, antimikrobiyal özelliklerine ek olarak bir matris metalloproteinaz (MMP) inhibitörüdür. Dentin ve dentin sıvısındaki MMP'ler, adeziv hibrit tabakanın enzimatik bozulmasına ve dolayısıyla zamanla bağ dayanıklılığının azalmasına neden olur (Zheng vd., 2015).

Klorheksidin, bir MMP inhibitörü olarak dentin-rezin bağ kuvvetinin korunmasında etkilidir. Bunu, smear tabakasındaki kalıntıları uzaklaştırarak, adeziv sistemlerde asidik monomerlerin penetrasyonunu artırarak ve dentinin yüzey enerjisini ve ıslanabilirliğini artırarak yapar (Elkassas vd., 2014; Meiers & Kresin, 1996). Dentindeki matriks metalloproteinazların, hibrit tabaka içindeki korunmasız kollajen fibrillerinin parçalanmasında rol oynadığı gösterilmiştir (Almahdy vd., 2012).

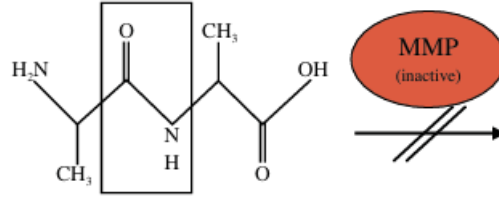
Klorheksidinin asitlenmiş dentinde bulunan matriks metalloproteinazları (MMP'ler) inhibe etme yeteneğinin bağlanma kuvvetini arttırdığı ve bu nedenle klorheksidin gibi MMP inhibitörlerinin adezyonun dentine bağlanma ömrünü uzatabileceği düşünülmektedir (Mazzoni vd., 2015). Klorheksidinin MMP ile ilişkisi Şekil 2-17, Şekil 2-18, Şekil 2-19 'da belirtilmiştir.



**Şekil 2-17.** Bir peptit bağının matris-metalloproteinazlar (MMP'ler) tarafından bölünmesi yoluyla kollajen bozunmasının şematik gösterimi (Lussi vd., 2015)



**Şekil 2-18.** Klorheksidin'in (CHX) MMP'ler üzerindeki etkisinin şematik gösterimi CHX, işlevleri için gerekli olan metal iyonlarının MMP'lerini tüketir (Lussi vd., 2015)



**Şekil 2-19.** CHX tarafından inhibe edilen MMP'ler peptit bağlarını parçalayamaz  
(Lussi vd., 2015)

#### 2.6.3.1.2 Klorheksidinin Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanımı

Klorheksidin glukonat, çocuk diş hekimliğinde genellikle gargara ve kavite dezenfeksiyonu amacıyla kullanılır. Fakat gargaralar küçük çocuklarda yutma tehlikesi sebebiyle önerilmez. Bu sebeple daha çok kavite dezenfektanı olarak çocuk diş hekimliğinde yerini almaktadır. Çürük dentini temizlendikten sonra kaviteye uygulanan CHX, rezidüel bakterilerin elimine edilmesine yardımcı olur. Bu işlem, özellikle çürük lezyonuna sahip dentinde bulunan, çürük oluşumundan sorumlu, bu mikroorganizmaları hedef alır. Ayrıca CHX, pulpa ile temas etmediği sürece biyouyumlu bir ajan olarak kabul edilir ve minimal invaziv yaklaşımlarla uyumludur. Klorheksidin 'in özellikle *S. mutans* ve *S. sangius* üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Emilson, 1994).

##### *Klinik Uygulama Protokolü*

- 1) Kavite; yapılacak işleme göre açılır.
- 2) CHX solüsyonu pamuklu bir aplikatör yardımıyla kavite yüzeyine uygulanır.
- 3) Kavite üzerinde yaklaşık 60 saniye bekletilir.
- 4) Hafif bir hava spreyi ile fazlalık uzaklaştırılır ve restorasyon işlemi tamamlanır.

Rosenberg ve arkadaşlarının (2013) yaptığı bir çalışmada; restoratif tedavi sırasında derin çürük lezyonlarda 60 saniye süreyle uygulanan %2'lik klorheksidin uygulamasının dentin köprüsü oluşumuna yardımcı olarak indirekt pulpa kaplamasının başarısını arttırdığı bildirilmiştir.

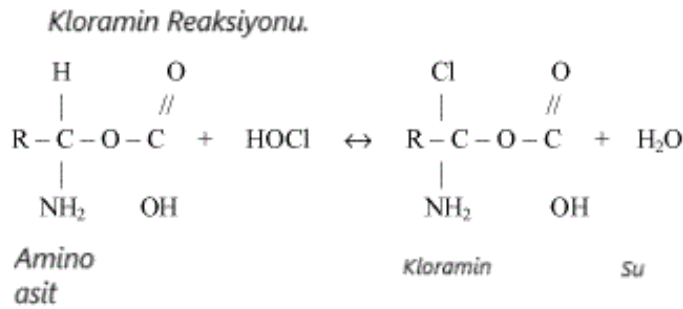
Klorheksidin glukonat, çocuk diş hekimliğinde etkili ve güvenilir bir kavite dezenfektanı olarak öne çıkar. Antimikrobiyal etkinliği ve etkinliğini uzun süre

devam ettirmesi, uzun süreli koruma sağlaması, restorasyonların başarısını artırırken, çocuklarda sağlıklı bir ağız yapısının korunmasına da katkıda bulunur. Ancak, uygulama sırasında dikkatli olunmalı ve pulpa dokusunu etkileyebilecek durumlar önlenmelidir. CHX, tedavilerde doğru protokollerle uygulandığında hem klinisyenler hem de hastalar için önemli bir avantajlar sunar (Tüzüner vd., 2012; Uday Mohan vd., 2016).

### 2.6.3.2 Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Sodyum hipoklorit, bakterilere, bakteriyofajlara, sporlara, mantarlara ve virüslere karşı etkili olduğu bilinen geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajandır (Özel vd., 2005).

Sodyum hipoklorit, antimikrobiyal etkisini hücre proteinlerini oksitleyip parçalayarak gösterir. Bu kimyasal, doku proteinleriyle temas ettiğinde, proteinleri bir arada tutan peptit bağlarını koparır ve proteinlerin çözünmesine yol açar. Ayrıca, proteinlerdeki amino gruplarındaki hidrojen, klor ile reaksiyona girerek kloramin oluşturur. Bu oluşan kloramin, antimikrobiyal etkiyi destekler (Perdigão vd., 2000). Kloramin reaksiyonu Şekil 2-20’ de gösterilmiştir.



**Şekil 2-20.** Kloramin reaksiyonu

Sodyum hipokloritin %1-5.25 konsantrasyonu bakterisidal ve organik doku çözücü özelliklerinden dolayı endodontik tedavilerde irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmaktadır (Craigbaumgartner & Mader, 1987; Peker D. Ö. B., 1993)

Düşük konsantrasyonlarda, sodyum hipoklorit hayati dokularla temas ettiğinde inflamatuvar bir reaksiyona neden olurken, yüksek konsantrasyonlarda doku hasarına neden olabilir (Perdigão vd., 2000) (Şekil 2-21).



**Şekil 2-21.** Sodyum Hipoklorit zararları

Kavite dezenfeksiyonunda sodyum hipoklorit kullanımı, kollajeni dentinden uzaklaştırdığı ve adeziv sistemler tarafından oluşturulan hibridizasyonu önlemesi nedeniyle kullanımı tartışmalıdır (Perdigão vd., 2000). Bunun yanı sıra, sodyum hipoklorit, sodyum klorür ve oksijen oluşturmak için parçalanır. Oksijen, rezin bazlı malzemelerin polimerizasyonunu engeller (Nikaido T. & Nakabayashi N., 1988). Bu nedenle sodyum hipoklorit restoratif uygulamalarda kavite dezenfektanı olarak tercih edilmemektedir (Uceda-Gómez vd., 2003). Heling ve ark. (2001) yaptığı bir in vitro çalışmada; sodyum hipokloritin hücre kültürlerinde sitotoksik etkileri olduğu bildirilmiştir. Pulpa kaplamanın başarısı üzerine yapılan bir incelemede, NaOCl kullanımından sonra pulpal inflamatuvar yanıtın arttığı bildirilmiştir (Hilton, 2009). Ayrıca, Pascon ve arkadaşları (2009), NaOCl' nin kavite dezenfeksiyonu için kullanılmasını önermemişlerdir. Tüm bu çalışmalar sodyum hipokloritin kavite dezenfeksiyonu olarak kullanılması için daha fazla araştırma ve kanıtı ihtiyacı olduğunu vurgulamaktadır.

Sodyum hipoklorit, çocuklarda kavite dezenfektanı olarak kullanıldığında bazı yan etkilere neden olabilir. Güçlü bir oksitleyici olduğundan, dokulara temas ettiğinde inflamasyon, yüzeysel nekroz ve doku tahribatına yol açabilir. Ayrıca, alerjik reaksiyonlar, mukozal tahriş ve kimyasal yanıklar gibi lokal etkiler görülebilir. Keskin koku ve tat ise hasta uyumunu zorlaştırabilir. Yanlışlıkla yutulması veya aspirasyonu, ciddi sistemik sorunlara yol açabileceğinden dikkatli uygulama gerektirir. Alternatif olarak; daha biyoyumlu dezenfektanların tercih edilmesi bu riskleri azaltabilir (Haapasalo vd., 2012; Hülsmann & Hahn, 2000; Luddin & Ahmed, 2013).

### 2.6.3.3 Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Hidrojen peroksit, suda çözünen renksiz, kokusuz bir sıvıdır. Suyu ayrışarak açığa çıkan oksijen ve nekrotik hücreli dokularla oksijenin teması halinde antiseptik etkisi olan bir maddedir (Reid vd., 2011).

Hidrojen peroksit bakteri, mantar, virüs ve spor oluşturan mikroorganizmalar üzerinde etkilidir. Hidrojen peroksitin antibakteriyel etkisi, oksidasyon özelliğine dayanmaktadır. Oluşturduğu serbest hidroksil radikalleri ile bakterilerin DNA, protein, lipid gibi hücresel bileşenlerine saldıran bir oksidan olarak antibakteriyel etkisini gösterir (Bayrak vd., 2010). Katalaz aktivitesi olmayan bakteriler hidrojen peroksite duyarlıdırlar çünkü peroksiti parçalayamazlar (McDonnell & Russell, 1999).

Stafilokoklar gibi katalaz aktivitesine sahip mikroorganizmalar oksidasyondan korunabilse de yüksek konsantrasyonlarda hidrojen peroksitten etkilendikleri gösterilmiştir (Ohara vd., 1993).

Katalaz aktivitesi olmayan *S. mutans*'a karşı benzalkonyum klorürlü ve klorürsüz fosforik asit uygulamalarının antibakteriyel aktivitelerini değerlendiren bir çalışmada en fazla antibakteriyel etkiyi %3 hidrojen peroksit içeren fosforik asidin gösterdiği bulunmuştur (Bakır vd., 2022). Antibakteriyel etkisinin yanı sıra hidrojen peroksitin köpürtücü etkisi kavite duvarlarının daha iyi temizlenmesine de yardımcı olur. Bu amaçla, restoratif materyalin kaviteye yerleştirilmesinden önce kavite duvarlarının %2-3 hidrojen peroksit emdirilmiş bir pamuk topağı ile temizlenmesi önerilir (Türkün vd., 2004). Kavite dezenfektanı olarak kullanımında, hidrojen peroksit hem bakteriyel kontaminasyonu azaltır hem de toksik etkileri sınırlı olduğundan biyouyumlu bir seçenek olarak kabul edilir (Urban vd., 2019). Hidrojen peroksit, diş dokularına temas ettiğinde nispeten güvenli bir profil sergiler. Dentin tübüllerine nüfuz ederek bakteriyel biyofilmi parçalama etkisi gösterir ve pulpaya zarar vermeden dezenfeksiyon sağlar. Bununla birlikte, hidrojen peroksitin oksitleyici özellikleri nedeniyle kontrollü ve doğru uygulama büyük önem taşır. Hidrojen peroksitin en büyük avantajlarından biri, toksisite seviyesinin düşük olması ve genellikle minimal inflamatuvar yan etkilere neden olmasıdır. Kolayca temin edilebilmesi, uygun maliyetli bir seçenek sunar. Ayrıca, uygulama sırasında köpürme özelliği sayesinde mekanik temizlik etkisi oluşturur ve dentin tübüllerindeki organik kalıntıları uzaklaştırır (Alp, 2024).

#### 2.6.3.4 Benzalkonyum Klorür

Benzalkonyum klorür hem temizleme hem de antiseptik etkileri olan deterjan kökenli bir dezenfektandır (Merchel Piovesan Pereira & Tagkopoulos, 2019). Benzalkonyum klorür, antiseptik etkiye sahip kuaterner amonyum bileşiklerinden biridir. Klorheksidin gibi katyonik bir yüzey aktif maddedir. Gram (+) bakterilerin hücre duvarındaki teikoik asitlerin fosfat gruplarına, Gram (-) bakterilerin hücre duvarındaki fosfat gruplarına ve membran lipopolisakkaritlerine bağlanarak etki eder (Fazlara & Ekhtelat, 2012).

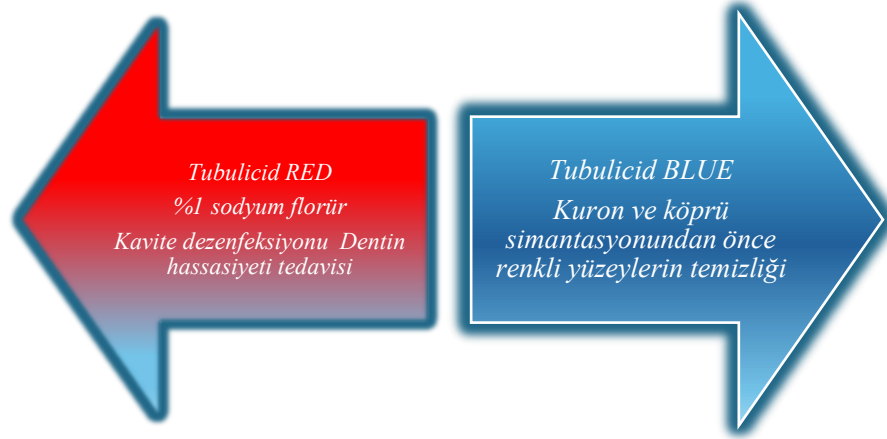
Benzalkonyum klorür özellikle *S. mutans*, *Streptococcus salivarius* ve *Streptococcus Aureus* mikroorganizmalarına karşı güçlü bir antibakteriyel ajan olarak bilinmesine rağmen, aktivitesinin klorheksidin diglukonattan daha az olduğu bildirilmektedir. Ayrıca *Actinomyces viscosus* ve *Lactobacillus acidophilus* üzerinde de etkili olduğu bildirilmiştir (Bakır vd., 2022; Bin-Shuwaish, 2016). Yapılan çalışmalarda Benzalkonyum klorürün *S. Actinomyces*, *S. Mutans*, *S. Viscosus*, *L. Salivarius*, *L. Acidophilus* ve *S. Aureus* gibi mikroorganizmalar üzerinde antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu gösterilmiş ve restoratif işlemlerden önce kavitede kalan mikroorganizmaların elimine edilmesi için kullanımının uygun olacağı düşünülmüştür (Gultz vd., 1999; Türkün vd., 2004). Klorheksidin gibi diş dokularına tutunur ve antimikrobiyal aktivitesini devam ettirdiği belirtilen benzalkonyum klorürün, kavite dezenfeksiyonu dışında kullanım alanlarında nadir de olsa aşırı duyarlılık reaksiyonları bildirilmiştir (Maillard, 2022).

Chan ve Lo (1994), fosforik aside %1 ve %2 benzalkonyum klorür ilavesinin *S. sobrinus* üzerindeki antibakteriyel etkisini inceledikleri çalışmalarında, benzalkonyum klorür içeren asit ajanının uygulandığı tüm gruplarda antibakteriyel etki elde edildiğini bildirmişlerdir. Kan, serum ve tükürük gibi organik bileşiklerin varlığında ve asidik ortamlarda etkinliği azalan benzalkonyum klorürün bazik ortamlarda daha etkili olduğu bilinmektedir (Chan & Lo, 1994). Yapılan çalışmalarda kavite dezenfektanı olarak piyasada Tubulicid Blue / Red (Suredental, Canada) olarak adlandırılan bir preparat olan benzalkonyum içeren antibakteriyel bir ajan kullanılmaktadır (Brännström vd., 1980). Benzalkonyum klorüre ek olarak, kırmızı renkli ajanda (Tubulicid Red) %1 sodyum florür bulunur. Kavite dezenfeksiyonu ve dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılır. Mavi renkli ajan (tubulicid blue), kuron ve köprü simantasyonundan önce renkli yüzeylerin temizliğinde kullanılır (Şekil 2-22). Yapılan bir çalışmada kavite

dezenfektanı olarak kullanılan benzalkonyum klorürün, diş pulpası ile uyumlu olduğu bildirilmiştir (Shafiei & Memarpour, 2012).

Vegi ve ark. (Vegi vd., 2024) süt dişlerde Tubulicid Red (TR) ile %2 klorheksidin jel (Chlor-X)'in antimikrobiyal etkinliğini karşılaştırmıştır. Randomize, çift kör, split-mouth tasarımlı bu çalışmada 6–10 yaş arası 30 çocuk değerlendirilmiştir. Çürük temizliği sonrası kavitelere TR veya CHX uygulanmış, uygulama öncesi ve sonrası alınan dentin örneklerinde *Streptococcus mutans* koloni sayısı incelenmiştir. Her iki grupta da bakteriyel yükte anlamlı azalma elde edilmiştir ( $p<0.001$ ) ve gruplar arasında fark gözlenmemiştir. TR grubunda koloni sayısı 82.000'den 14.400 CFU/mL'ye, CHX grubunda 86.966'dan 14.266 CFU/mL'ye düşmüştür. TR içeriğindeki benzalkonyum klorür, EDTA ve sodyum florür bileşenleri sayesinde güçlü antimikrobiyal etki sağlamaktadır. Ayrıca tat değişimi ve mukoza irritasyonu gibi CHX'e özgü yan etkiler bildirilmemektedir. Bu sonuçlar, Tubulicid Red'in CHX kadar etkili, biyouyumlu ve güvenli bir kavite dezenfektanı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Klorheksidinde olduğu gibi, benzalkonyum klorürün, rezin restorasyonunun dentine olan yapışkan bağını koruyabilen etkili bir MMP inhibitörü olduğu belgelenmiştir (Mazzoni vd., 2015; Sabatini vd., 2014; Sabatini & Patel, 2013; Sharma vd., 2009). Yüksek konsantrasyondaki benzalkonyum klorür çözeltileri alerjik reaksiyonlara ve toksik etkilere neden olabilir (Graf, 1999). %10 veya daha fazla bir konsantrasyon yutulduğunda, ölüme bile yol açabilecek ciddi komplikasyonlar ortaya çıkabilir (Hitosugi vd., 1998). Çocuklarda kavite dezenfektanı olarak kullanımı, etkili mikrobiyal temizleme ve biyouyumlu özellikleri nedeniyle dikkat çekmektedir. Nadir de olsa yüksek konsantrasyondaki benzalkonyum klorür solüsyonları alerjik reaksiyonlara ve toksik etkilere neden olabilir (Graf, 1999). %10 veya üzeri konsantrasyonlarda yutulması durumunda ise ciddi komplikasyonlar ortaya çıkabilir ve bu durum ölümle sonuçlanabilir (Hitosugi vd., 1998).



**Şekil 2-22.** Tubulicid Red ve Tubulicid Blue arasındaki farkları

#### **2.6.3.5 İyodin solüsyonları**

İyot çözeltileri, iyotun antiseptik özellikleri sayesinde tıp ve diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Antibakteriyel etkiden sorumlu olan moleküler iyot, sulu çözeltilerde kararsız yapıdadır. Bu nedenle, iyot taşıyıcı veya iyot salan ajanlar (iyodoforlar) geliştirilmiştir. En sık kullanılan iyodoforlar arasında povidon iyot ve poloksamer iyot yer almaktadır (Alp, 2024).

İyot dezenfektanları bakterisidal biyositlerdir. İyot, bakteri nükleotidlerine ve yağ asitlerine saldırarak bakteri hücrelerini yok etme yeteneğine sahiptir (Bin-Shuwaish, 2016). Gram (+) ve gram (-) mikroorganizmalar üzerinde bakterisidal etkileri vardır. Mantar ve virüslere karşı düşük aktivite gösterirler (McDonnell & Russell, 1999). Hücre duvarını etkileyerek ve bakterilerin oksidatif yolla elektron taşınmasını bozarak antibakteriyel etki yaratır (Bin-Shuwaish, 2016). İyotun *S. mutans*, *L. acidophilus* ve *S. aureus* üzerinde antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Dinç, 2012). Plaktaki bakterileri açığa çıkardığı ve ortadan kaldırdığı (Caufield & Gibbons, 1979; Silva vd., 2006) ve karyojenik bakterilere karşı etkinlikleri de kanıtlanmıştır (Berkowitz vd., 2009; Simratvir vd., 2010; Xu vd., 2009).

Simratvir ve ark. (2010), erken çocukluk çağı çürüğü olan çocuklarda %10 Povidon İyot' un *S. mutans* sayıları üzerindeki etkinliğini değerlendirmişler ve %10 Povidon İyot'un 12 aylık tedaviden sonra *S. mutans* düzeylerini önemli ölçüde azalttığını bulmuşlardır.

Başka bir çalışmada, Xu ve ark. (2009) çürük lezyonları olan 6 ila 9 yaş arası çocuklarda Povidon iyot /florür köpüğü uygulamasının 6 ay boyunca tükürük S. mutans'ı önemli ölçüde azalttığını buldu. Bununla birlikte, 1 yıl sonra, Povidon İyot/florür köpüğü, normal florür köpüğü ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermemiştir İyotun hamilelik sırasında kullanılması ve metabolik komplikasyonlara neden olabileceği için tiroid patolojisi olan hastalarda kontrendikedir ve sistemik emilim riski, özellikle tiroid hastalığı olan çocuklarda dikkat edilmesi gereken bir husustur (Twetman, 2004).

#### **2.6.3.6 Ozone (O<sub>3</sub>)**

Ozon ilk olarak 1870 yılında kanı temizlemek için terapötik olarak kullanılmıştır. Birinci Dünya Savaşı sırasında ozon, gangrene neden olan yaraların ve ayak rahatsızlıklarının tedavisinde kullanılmıştır (Castillo vd., 2008).

Ozon, yüksek oksidasyon gücü ile bakterilerin yok edilmesinde etkin rol oynayan güçlü ve etkili bir antibakteriyel ajandır. Havadaki oksijenin parçalanması ile elde edildiği için kararsız yapısı nedeniyle dezenfeksiyon görevini tamamladıktan sonra hammaddesi olan oksijene dönüşür. Sıvı veya gaz halindeki ozon, bakteri, mantar, protozoa ve virüslere karşı güçlü bir oksidandır (Xue vd., 2023). Ozon, normal atmosferdeki oksijenin (O<sub>2</sub>) üç oksijenden (O<sub>3</sub>) oluşan yüksek enerjili halidir. Ozonun güçlü bir oksitleyici olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, bakterilerin hücre duvarını ve sitoplazmik zarını bozarak ve dolayısıyla mikroorganizmayı yok ederek antibakteriyel aktiviteler gösterir (Kapdan & Öztaş, 2015).

Diş hekimliği uygulamalarında, O<sub>3</sub> üç formdan her biri kullanılabilir bulunmuştur: Gaz ozon, ozonlu su ve ozonlanmış yağ (Saini, 2011). Ozon, diş hekimliği alanında biyofilm temizliği, periodontal cep ve kemik dezenfeksiyonu, beyazlatma, diş çürüklerinin önlenmesi, endodontik tedavi, diş çekimi sonrası bakım, diş hassasiyetinin giderilmesi, temporomandibular eklem tedavisi, dişeti çekilmesi, ağrı ve enfeksiyon kontrolü, gecikmiş iyileşmenin desteklenmesi, doku rejenerasyonu, ağız kokusunun giderilmesi ve diş yüzeyinin remineralizasyonunun sağlanması gibi çok sayıda amaçla kullanılmaktadır. Asidojenik ve asidürik mikroorganizmalardan oluşan mikrobiyal florayı normal ağız florasına dönüştürür

ve kalsiyum, fosfat ve flor iyonlarının çürük lezyonuna difüzyonu ile remineralizasyon sürecini sağlar (Domb, 2014).

Ozonun oral mikroorganizmalara, özellikle de *S. mutans*'a karşı antimikrobiyal etkinliği literatürde belgelenmiştir (Baysan & Lynch, 2004; Castillo vd., 2008; Fagrell vd., 2008). Etkili antimikrobiyal aktivite için O<sub>3</sub> uygulama sürelerinin 10 ile 60 saniye arasında olduğu bildirilmiştir (Baysan & Lynch, 2004; Fagrell vd., 2008). Baysan ve Lynch (2004) 20 saniye süren O<sub>3</sub> uygulamasının primer çürük lezyonlarındaki mikroorganizmaların %99,9'unu ortadan kaldırabildiğini bulmuşlardır. 10 saniyelik uygulamada O<sub>3</sub>, *S. mutans* ve *Streptococcus sobrinus* sayılarını belirgin bir şekilde azaltmıştır. Benzer bir çalışmada, Fagrell ve ark. (2008) yaptıkları bir in vitro çalışmada 20 saniye veya daha uzun süre O<sub>3</sub> tedavisinin farklı oral mikroorganizmaların eliminasyonunda etkili olduğunu bulmuşlardır. Bununla birlikte, 5 ila 10 saniyelik uygulamalar için bakteri üremesi üzerinde sınırlı bir etkisi olduğunu bildirirken; ancak 60 saniyelik tedavi bakteri üremesini tamamen ortadan kaldırabildiğini bulmuşlardır.

Dähnhardt ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada dental fobisi olan çocuklarda diş çürüklerinin tedavisinde ozonun etkinliği üzerine yapılan sekiz aylık bir çalışmada, ozonla tedavi edilen çocuklarda diş tedavilerine karşı korku seviyelerinde azalma bulunmuştur.

Baysan ve Lynch (2004), Johansson ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmalar, ozonun antimikrobiyal etkisini kanıtlamıştır. Çocuklarda kök çürüğü ve servikal çürük tedavisinde 10-20 saniye ozona maruz bırakıldıktan sonra 10 veya 20 saniye süreyle uygulanan ozonun kök çürüğü lezyonlarında toplam mikroorganizma sayısını %99'dan fazla azalttığını göstermiştir (Sari, 2022).

## **2.7 Bitkisel Kaynaklı ve Biyouyumlu Dezenfektanlar**

### **2.7.1 Propolis**

Propolisin kullanımı M.Ö. 300 yıllarına kadar uzanmaktadır (Ghisalberti, 1979). Propolis ismi, "şehrin önünde" anlamına gelen Yunanca bir kelime olup, propolisin arı kolonileri üzerindeki koruyucu etkisini vurgulamaktadır. Tıp literatüründe propolisin anti-inflamatuar, antioksidan, anti-ülser, anti-tümör, anti-diyabetik, kardiyovasküler sistem koruyucu ve lokal anestezik etkiler gibi birçok potansiyel etkisinden bahsedilmektedir (Sardana vd., 2013).

Anti-inflamatuar, antiseptik, terapötik, antibakteriyel, antiviral, antifungal ve antiprotozoal özelliklerinden dolayı tıpta ve diş hekimliğinde kullanılmaktadır. Glikoziltransferaz hücre duvarlarında ve sitoplazmada yıkıma neden olur, glikoziltransferaz enzimini inhibe ederek bakteri yapışmasını önler ve bakteri hücre bölünmesini inhibe eder (Hacıoğulları vd., 2016). Çürük önleyici ve anti-plak etkisi de bildirilmektedir. Bunu, karyojenik bakterilere karşı antimikrobiyal etkisi ve glikoziltransferaz enzim aktivitesini inhibe ederek iki mekanizma ile yaptığı söylenmektedir (Sardana vd., 2013).

Bu özellikler, kavite dezenfeksiyonu olarak kullanılmasını destekler niteliktedir. Propolis, *S. mutans*, *S. sobrinus* ve *Candida albicans* gibi karyojenik mikroorganizmalar üzerinde güçlü antimikrobiyal aktivite göstermektedir (Tilgen & Er, 1996).

Antibakteriyel aktivitesi ile ilgili olarak, oral enfeksiyonlarda mikroorganizma büyümesini engellemedeki rolünü açıklığa kavuşturmak için çok sayıda araştırma yapılmıştır (Cardoso vd., 2016; Longhini vd., 2007; Yu vd., 2015). Bueno ve ark. (2013) propolisin enfekte dentin üzerinde kullanılan aloe vera ve propolis gibi doğal ürün ekstraktlarının antimikrobiyal etkisini göz önüne alarak potansiyel bir kavite dezenfeksiyon ajanı olarak endikasyonunu önermişler ve diş hekimliğinde minimal invaziv tekniklerine yardımcı olarak kullanılabilir diye de belirtmişlerdir. Benzer bir çalışma, propolisin kavite dezenfekte etmek için kullanılan klorheksidin %2 ve lazer kadar verimli olduğu sonucuna varmıştır (Prabhakar vd., 2015). Nazeri ve ark. (2019) 15 çocuğun tükürüğünde bulunan *S. Mutans* 'ı, %6,25 hidroalkolik propolis ekstraktı içeren ağız gargarasını kullanmadan önce ve sonra karşılaştırmışlar ve sonuç olarak; propolis solüsyonunun ağız boşluğundaki *Streptococcus mutans* seviyelerini azaltmada etkili olduğu ve propolisin etkinliği ile günlük ağız gargarası olarak kullanılabileceği sonucuna varmıştır.

Suleman ve ark. (2015) , etanolik propolis ekstraktlarının *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis*'e karşı antibakteriyel aktivite gösterdiğini doğrulamışlardır. Propolisin, daimî dişlerde pulpa örtücü ajan, süt dişlerinde de pulpotomi materyali olarak kullanımı mevcuttur (Lima vd., 2011; Ozório vd., 2012; Parolia vd., 2010). Propolis ile kaplanan dişlerde sert doku bariyeri oluştuğu, bu etkinin flavonoid içeriğiyle ilişkili olduğu belirtilir. Flavonoidler, bağışıklık hücresi aktivasyonunu, makrofaj kaynaklı nitrik oksit ve sitokin üretimini

baskılayarak inflamasyonu azaltır; ayrıca pulpa odasında bakteri üremesini engelleyerek konakçı tepkisini sınırlar (Sabir vd., 2005). Gösterir, Streptococcus ve Lactobacillus türlerine karşı in vitro ortamda inhibitör aktivite gösterir. Ancak propolisin çürük, eksik, dolgulu diş sayısını (DMFT) ve çürük, eksik, dolgulu yüzey skorlarını (DMFS) uzun dönemde etkileyip etkilemediğini değerlendiren klinik çalışmalar sınırlıdır. Ayrıca, kullanılacak propolisin dozu ve konsantrasyonu olarak standart belirlenmemiştir (Cordeiro & Vera, 2024).

Refaay ve ark. (2025) 11% sulu propolis ekstresinin *E. faecalis* eliminasyonundaki etkinliğini 2.5% sodyum hipoklorit ile karşılaştırarak propolisin antibakteriyel etkisini in vitro olarak değerlendirmiştir. Çalışmada her iki irrigantın da bakteriyel yükü anlamlı düzeyde azalttığı bulunmuştur ( $p<0.001$ ). Hipoklorit grubunda %84,1 ve propolis grubunda %61,8 oranında bakteri eliminasyonu sağlandığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, sulu propolisin toksik olmayan, biyoyumlu ve alkolsüz yapısının özellikle süt dişlerinde kullanım açısından avantaj sunduğunu, ancak dezenfeksiyon etkinliğinin hipoklorite kıyasla daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Propolis genel olarak güvenli bir doğal ajan olarak kabul edilmekte olup, ancak bal ürünlerine duyarlı bireylerde alerjik reaksiyonlar gelişebildiği bildirilmiştir (Brailo vd., 2006; Budimir vd., 2012; Hay & Greig, 1990).

### **2.7.2 Aloe Vera**

Aloe Vera son yıllarda, çeşitli ağız içi enfeksiyonları önlemek için antimikrobiale veya anti-inflamatuar özelliklere sahip tıbbi bitki özleri ve yağları da kullanılan doğal bir üründür. Aloe vera Liliaceae familyasından kuru ve sıcak iklimlerde yetişen tıbbi kullanımları olan iyi bilinen kaktüs benzeri bir bitkidir. Yaprığın ortasında bulunan yapışkan jel, mide ve bağırsak sistemi hastalıklarında yanıklarda ve yaralarda sıklıkla kullanılır. Bugün, Aloe vera jelinde 75'ten fazla farklı bileşen tanımlanmıştır (Alp, 2024).

Jelin %98-99'u sudan oluşur ve geriye kalan %2'lik kısımda Aloe vera'da dezenfeksiyon etkisi sağlayan başlıca maddeler vardır. Bunlar; antraknon, aloin, aloe-emodin, aloetik asit, antra sen, aloe mannan, aloerid, antranol, krizofanik asit, resistanol ve saponindir. Antibakteriyel etkisini bakteriyel protein sentezini inhibe ederek veya doku fagositozunu uyarak gösterir. 'Forever Bright' (Şekil 2-23), klinik kullanımdaki ürünler için bir örnektir (Fani & Kohanteb, 2012; Hacıoğulları vd., 2016).



**Şekil 2-23.** Diş macunu olarak kullanılan Aloe vera içerikli diş macunu

Aloe vera jeli, aloin, aloe emodin, aloetik asit, antrasen, aloe mannan aloerid, antranol, krizofanik asit, resistanol bileşene sahiptir (Kambizi & Afolayan, 2008). Aloin ve aloe emodin, güçlü antibakteriyel ve antiviral aktivitelere sahiptir. Bakteri hücrelerinden protein sentezini inhibe ederler (Somboonwong vd., 2000). Aloe vera jelinde bulunan antrakınonlar ve saponin gibi bazı bileşiklerin doğrudan antibakteriyel aktivitelere sahip olması dikkat çekicidir. Asemannan gibi diğer bazı bileşenlerin ise fagositozun uyarılması yoluyla dolaylı olarak bakterisidal aktivite gösterdiği düşünülmektedir (Ferro vd., 2003). Prabhakar ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan bir araştırma, aloe vera' nın propolis ile karşılaştırıldığında daha etkili bir çürük dezenfektanı olduğunu göstermiştir.

### **2.7.3 Meyan Kökü**

Yaygın olarak meyan kökü olarak bilinen Glycyrrhiza Glabra, en önemli geleneksel şifalı bitkilerden biridir ve 4.000 yıldan fazla bir süredir tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. Aynı zamanda Mulethi veya Jyeshtamadhu olarak da bilinir. Fabaceae familyasına ait olan Glycyrrhiza Glabra (meyan kökü), Akdeniz bölgesi ile Orta ve Güneybatı Asya'ya özgü bitkinin kurutulmuş köklerinden oluşur. Glycyrrhizin, meyan kökünde anti-inflamatuar aktivitesinden sorumlu ana bileşendir (Varsha B. Bagade vd., 2013). Meyan kökü ekstraktının flavonoid içeriği aynı zamanda bakteri hücrelerinde oksijen tüketiminin güçlü bir inhibitörüdür. Meyan kökü ayrıca, hücreler için ciddi şekilde toksik olan kalsiyum hidroksit ile karşılaştırıldığında fibroblast hücreleri ile daha iyi bir biyouyumluluk göstermiştir (Hegde & Kesaria, 2013).

Godbole ve ark. (2019) yaptığı bir çalışmada, kavite temizliği olarak kullanılan meyan kökü ve propolis özü jellerinin antimikrobiyal etkinliğini değerlendirip karşılaştırmışlar. Meyan kökü özütü, propolis özütü ile kıyaslandığında daha iyi bir antimikrobiyal potansiyel göstermiştir. Fakat her ikisi de *S. mutans*'a karşı pozitif bir antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Bu nedenle, her ikisi de potansiyel kavite dezenfektanı olarak kullanılabilir bulmuşlar. Jain ve arkadaşları (2013) tarafından yapılan bir çalışmada da benzer bulgular bildirilmiştir. Bu bulgular hem etanolik hem de sulu ekstraktlarla durulamanın *S. mutans* kolonilerinin sayısını azalttığını, tükürük pH'ını yükselttiğini, çocuklar tarafından iyi tolere edildiğini ve zararsız olduğunu göstermiştir. Meyan kökü gibi doğal antibakteriyel tedaviler, çürükleri etkili bir şekilde dezenfekte ederek ikincil çürükleri azaltabilir ve uzun vadeli başarıyı sağlayabilir. Diş çürüklerini önlemedeki rollerini daha iyi anlamak için özellikle doğal antimikrobiyal ilaçlar üzerinde daha fazla klinik araştırmaya ihtiyaç vardır.

Sentetik antimikrobiyal ilaçlara karşı bakteriyel direncin artması, fitoterapötiklere olan ilginin artmasına yol açmıştır. Mevcut araştırmalar, çürük kaldırmanın tek başına tüm karyojenik mikroorganizmaları ortadan kaldıramayacağını ortaya koymuşlardır. Bu nedenle, kavite dezenfeksiyonu, kalan diş dokularının restorasyonundan önce atılması gereken önemli bir adımdır. Klorheksidinin antibakteriyel etkisi vardır ancak metalik tat, değişen tat algısı ve diş renklenmesi gibi olumsuz etkileri vardır. Geleneksel koruyucu bakımdaki bu eksiklikler nedeniyle, bitkisel tedaviye olan ilgi yeniden artmıştır. Khan ve ark. (2024) yaptıkları çalışmada meyan kökünün antibakteriyel ve karyostatik aktivitesini doğrulayarak çocuk diş hekimliğinde koruyucu bir önlem olarak kullanılabileceğini öne sürmektedir. Bu nedenle, “bitkisel ajanların kavite dezenfektanları olarak etkili bir şekilde kullanılabileceği” sonucuna varılmıştır.

## **2.8 Güncel ve Yenilikçi Yaklaşımlar**

### **2.8.1 Nano Teknoloji Destekli Dezenfektanlar**

Bilim ve teknoloji dünyasında nanoteknoloji yeni bir trend haline gelmiştir. Dental biyomalzemelerin kalitesi, nanoteknolojinin ortaya çıkmasıyla iyileştirilmiştir. Nanoteknolojisi, çok daha iyi özelliklere sahip malzemeler üretir ve mevcut malzemelerin özelliklerini geliştirir. Nanoteknoloji bilimi, şu anda diş

hekimliğinde geniş bir uygulama yelpazesine sahip en popüler araştırma alanlardan biridir (Khurshid vd., 2015). Diş hekimliğinde hem restoratif materyallerin hem de kalan bakterilerin restorasyon başarısızlığından sorumlu olduğuna inanılmaktadır. İkincil çürükler esas olarak fermente edilebilir karbonhidratların varlığında Streptococcus mutans ve Lactobacil gibi plak bakterilerinin istilası ile ortaya çıkmaktadır.

Gümüş ve altın nanopartikülleri, farklı yüzey enerjilerinin çeşitli boyut ve şekillerine sahiptir ve bu da farklı bir bakteri türüne karşı antibakteriyel özelliğini garanti eder. Bu malzemeler iyi antimikrobiyal ve antifungal aktiviteye sahip olsa da nanopartiküllerin kümeleşerek bağlanma üzerinde olumsuz bir etki yaratma olasılığı vardır (Mackiewicz & Olczak-Kowalczyk, 2015).

### **2.8.2 Lazer Destekli Dezenfeksiyon**

Süt dişlerinde konvansiyonel frezlere göre lazer ışınlamasının; çevre dokulara minimal termal hasar verdiği, dişin sert dokularında minimal termal artışa neden olduğu ve elverişli kavite yüzey özellikleri ortaya çıkarttığı bulunmuştur (Hossain vd., 2002).

Lazerler smear tabakasını uzaklaştırırken kalan bakterileri ortadan kaldırır ve böylece kavite dezenfeksiyonunda önemli bir rol oynar (Lusche vd., 2020; Türkün vd., 2006). Lazer uygulaması, intratübüler dentin içindeki suyun genişlemesine neden olarak bu bölgedeki bakteri hücreleri üzerinde termal etki yapar, hücrenin büyümesini durdurur ve parçalanmasına neden olur (Bin-Shuwaish, 2016). Karbondioksit ve Nd-YAG lazerlerin olumsuz yönleri ise sadece yüksek yoğunluklu enerji ile sert dokuları buharlaştırabilmeleri, erimeye, çatlak oluşumuna ve ısı artışına sebep olmaları sayılabilir. Lazerlerin antibakteriyel etkinliği, lazer enerjisi, hücrenin su içeriği ve hacmi, hücre duvarının gücü, emilim özellikleri ve bakterilerin dentin kanallarındaki hareketi gibi birçok faktöre bağlı olarak değişir. Antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle endodontik tedavilerde ve kavite dezenfeksiyonunda da kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada Diyet lazer ışınlamasının derin dentin tabakasındaki bakterileri yok edebileceği bildirilmiştir (Lusche vd., 2020). Bu çalışmada fotonik bakterisidal aktivitenin lazerin dozuna, dentin tabakasının kalınlığına ve nemine bağlı olduğu belirtilmiştir (Lusche vd., 2020). Khafagi ve ark. (2025) , 2% klorheksidin (CHX), diyet lazer ve Er: YAG lazerin kavite dezenfektanı olarak etkinliğini in vitro ortamda karşılaştırmıştır. Çalışmada 40 çekilmiş süt molar dişi dört gruba ayrılmış; kontrol, CHX, diyet lazer

ve Er: YAG lazer gruplarında dentin yüzey morfolojisi, mineral içeriği ve mikrosızıntı değerlendirilmiştir. Er: YAG lazer grubunda smear tabakasının tamamen uzaklaştırıldığı, dentin tübüllerinin açıldığı ve mikrosızıntı değerlerinin en düşük seviyede olduğu bildirilmiştir. Diyet lazer orta düzeyde etki göstermiş, CHX grubunda ise smear tabakasının tam olarak kaldırılamadığı ve mikrosızıntının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Er: YAG lazerin kavite dezenfeksiyonunda dentin yüzeyini en etkili şekilde temizleyen ve bağlanma için uygun morfoloji sağlayan yöntem olduğunu göstermiştir. Lazerlerin süt dişlerinde kimyasal dezenfektanlara biyoyumlu bir alternatif olarak kullanılabileceğini destekleyen bu bulguların, farklı enerji düzeyleri ve klinik koşullar altında doğrulanabilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.

### **2.8.3 Işıklı Aktive Olan Dezenfeksiyon Sistemleri**

Fotoaktif dezenfeksiyon, hedef hücrelerin veya mikroorganizmaların toksik olmayan ışıığa duyarlı bir madde ile boyanarak belirli bir dalga boyundaki ışıkla aktive edilmesi prensibine dayanır (Raghavendra vd., 2009). Fotoaktif Dezenfeksiyon (PAD), fotoaktif bir bileşiğin belirli bir dalga boyundaki ışıkla aktive edilmesi ve oksijen bazlı serbest radikallerin açığa çıkması sonucu bakterileri yok eden bir sistemdir (Sharma vd., 2009). Fotoaktif dezenfeksiyonda, ışıığa duyarlı maddelerin içindeki moleküller bakteri duvarına bağlanır ve bu moleküllerin emebileceği dalga boyunda ışık uygulanır. Işıktan emilen enerji ile oksijen, oksijen iyonları ve radikalleri gibi reaktif oksijen kalıntılarına dönüşür. Reaktif oksijen kalıntıları bakteri zarını ve DNA'yı hızlı ve güçlü bir şekilde parçalayarak hücre ölümüne neden olur (Demidova & Hamblin, 2004). Etkinliği sadece bakterilerle sınırlı olmayıp virüs, protozoa ve mantar gibi birçok mikroorganizma üzerinde de etkilidir. Işıklı aktive olan dezenfeksiyon sisteminin antimikrobiyal ajanlara dirençli mikroorganizmalara karşı alternatif bir tedavi seçeneği olabileceği düşünülmektedir (Konopka & Goslinski, 2007).

## **2.9 Çocuklarda Kullanım Güvenliği ve Yan Etkiler**

### **2.9.1 Dezenfektanların Toksisitesi**

Bakteri eliminasyonuna yardımcı olmak için kavitenin antibakteriyel ajanlarla temizlenmesi, diş hekimleri arasında artık kabul görmeye başlamıştır (Al-Omari vd., 2006). Kavite hazırlığı sırasında ve dental restorasyonların

yerleştirilmesinden önce bakterileri azaltmak veya ortadan kaldırmak amacıyla diş hekimliğinde çoklu dezenfektanlar kullanılmıştır. Bu ajanların bazılarının, kimyasal etkileri nedeniyle pulpa tahrişine neden olduğu ve bu nedenle kullanım dışı kaldığı bildirilmiştir (Shafiei & Memarpour, 2012). Steril kavite hazırlığına ek olarak, bu farklı ajanların ve tekniklerin restorasyonların bağlanma kuvveti ve diş yapısı üzerindeki etkileri klinisyenler ve araştırmacılar için büyük bir endişe kaynağı olmuştur.

**Klorheksidin diglukonat;** %2 sulu çözelti formundaki klorheksidin diglukonat, biyoyumlu ve toksikolojik olarak güvenli bir çözücü olarak kabul edilmiştir (Athanassiadis vd., 2007; Fava & Saunders, 1999; Mohammadi & Abbott, 2009; Pameijer C & Stanely, 1998)

CHX alerjisi nadir olmakla birlikte, CHX kontakt dermatite, deskuamatif diş eti iltihabına ve tat değişikliğine neden olabilir (Mohammadi & Abbott, 2009). Ayrıca yüksek konsantrasyonda (%18) CHX'in toksik etkileri olduğu bildirilmiştir ve bununla birlikte, %10'a varan konsantrasyonlar doku ile temas için uygun bulunmuştur (Lacerda-Santos vd., 2016).

**Ozon;** O<sub>3</sub>, lazerlerde olduğu gibi Klinik Diş hekimliğinde umut verici bir tedavi yöntemi olmasına rağmen, bu cihazlar geleneksel dezenfektanlara kıyasla oldukça pahalıdır. O<sub>3</sub> cihazları, güçlü oksitleyici etkisi ve potansiyel toksisitesi nedeniyle dikkatli kullanılmalıdır (Naik vd., 2016). Bu nedenle, yönetim için üretici tarafından önerilen protokole kesinlikle uyulmalıdır.

**Sodyum hipokloritin** hücre kültürlerinde sitotoksik etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Heling vd., 2001). Pulpa kaplamasının başarısı üzerine yapılan bir incelemede, Hilton (2009), NaOCl kullanımından sonra pulpal inflamatuvar yanıtın arttığını bildirmiştir. Ayrıca, Pascon ve ark. (2009), sodyum hipokloritin boşlukları dezenfekte etmek için kullanılmasını önermemiştir. Bu sonuçların aksine, sodyum hipokloritin pulpa ile biyoyumlu olduğu (Akçay vd., 2015) ve pulpa iyileşmesini teşvik ettiği (Cox vd., 1999), derin pulpa dokularını etkilemeden yüzeysel hücrelerle sınırlı inflamatuvar etkilere sahip olduğu da belirtilmiştir. Sodyum hipoklorit çözeltisi, aşındırıcı bir reaksiyon oluşturan çok güçlü bir oksitleyicidir; bu nedenle büyük bir özenle uygulanmalıdır. Giysileri ağartmasına ek olarak, kötü bir tada sahiptir ve özellikle yüksek konsantrasyonlarda çevre doku üzerinde tahriş edici etkilere sahiptir (Haapasalo vd., 2012; Hülsmann & Hahn, 2000; Luddin & Ahmed, 2013).

**İyot** aşırı duyarlılığı sebebiyle dikkatli olunmasını gerektiren, belgelenmiş bir yan etkiye sahiptir. İyotun hamilelik sırasında kullanılması kontrendikedir ve metabolik komplikasyonlara neden olabileceği için tiroid patolojisi olan hastalarda da kontrendikedir (Twetman, 2004).

**Lazer** ışınlamasının pulpa dokuları ve çevresindeki yumuşak dokular üzerindeki zararlı etkisi, emilen enerjinin sıcaklığı ve büyüklüğü, dalga boyu ve maruz kalma süresi gibi birçok faktörden etkilenir. Bu zararlı etkileri en aza indirmek için önerilen ayarlara uyulmalı ve önlemler alınmalıdır (Kimura vd., 2003). Örneğin, Er-YAG kullanırken: herhangi bir pulpa tahrişini önlemek için her zaman su ile kullanılmalıdır (Attrill vd., 2004; Burkes vd., 1992).

Lazerler pahalı bir tedavi yöntemi olmasının yanı sıra, ağız içi olarak kullanılmadan önce personelin özel olarak eğitilmesini gerektirir ve bu makineler manipüle edildiğinde bazı güvenlik önlemlerinin alınması gerekir. Olası herhangi bir göz hasarını önlemek için göz koruması hastalar, diş hekimleri ve personel için zorunlu olmalıdır. Sert/yumuşak dokular veya diş pulpası kompleksi üzerinde herhangi bir yan etkiyi önlemek için gerçekleştirilen her prosedür için üreticinin talimatlarına harfiyen uyulmalıdır (Pohlhaus Steven R., 2021).

**Propolis**, Liberio ve arkadaşlarının (2011) yaptığı bir çalışmada, art arda dört gün boyunca ağız boşluğuna topikal olarak uygulanan propolis jelinin fareler üzerinde değerlendirilmesiyle incelenmiş ve bu jelin non-toksik olduğu belirlenmiştir. Propolis, biyoyumluluk açısından kalsiyum hidroksit ile benzer özellikler göstermekte olup, bazı çalışmalarda ondan daha yüksek biyoyumluluk sergilediği bildirilmiştir (Garcia vd., 2011; Liberio vd., 2011; Ozório vd., 2012; Parolia vd., 2010; Victorino vd., 2009). Propolisin sınırları ve terapötik potansiyeli de dahil olmak üzere daha iyi anlaşılmasını sağlamak için daha fazla klinik çalışmanın geliştirilmesi gerekmektedir.

**Aloe Vera**, önemli yan etkiler gösteren klorheksidin ile karşılaştırıldığında. Chhina ve ark. (2016) klorheksidin grubundaki denekler arasında %40 ve %25 oranında leke ve tat değişikliği bildirirken, Aloe vera grubunda leke saptanmamış ve sadece %2 oranında tat değişikliği bildirmiştir. Ayrıca, Kumar ve ark. (2014) klorheksidin grubunda %70 leke %65 tat değişikliği ile karşılaştırılırken Aloe vera grubunda Aloe veraya ait herhangi bir yan etki bildirmemiştir.

**Benzalkonyum klorürün** diş pulpası ile biyoyumlu olduğu çalışmalarda bildirilmiştir (Shafiei & Memarpour, 2012). Bunun yanı sıra yüksek

konsantrasyondaki Benzalkonyum klorür çözeltilerinin alerjik reaksiyonlara ve toksik etkilere neden olabileceği, (Graf, 1999) ve %10 veya daha fazla bir konsantrasyon yutulduğunda, ölüme bile yol açabilecek ciddi komplikasyonlar ortaya çıkarabileceği bildirilmiştir (Hitosugi vd., 1998).

**Hidrojen peroksit** için; serbest radikaller üzerine yapılan çalışmalar, canlı dokularda oksijen salan solüsyonların kullanımında dikkatli olunması gerektiğini belirtmiştir (Reid vd., 2011).

## **2.10 Dezenfektan- Restoratif Materyal Etkileşimi**

Çocuk diş hekimliğinde kullanılacak materyaller yapılacak işlemlere, çocuğun tedavi ve önleme ihtiyacına ve çocuğun tedaviye yaklaşımına göre değişmektedir. Çocuklarda diş çürüklerinin tedavisinde kavite preparasyonu sonrasında kullanılan dezenfektanların, restoratif materyallerle olan etkileşimi bu alanın önemli bir parçasıdır. Kavite dezenfektanlarının doğru kullanımı, çocuk hastalarda restorasyonun başarısını doğrudan etkileyebilir (Pattanaik & Chandak, 2013). Çürüğün mekanik olarak çıkarılmasından sonra sekonder çürüğe neden olan rezidüel bakteri türleri dentin tübülllerinde çoğalabilir ve dişte geri dönüşümsüz pulpitis, apikal periodontitis ve pulpa nekrozu sebep olabilir (Gultz vd., 1999).

Bu istenmeyen sonuçlar, çürükler restoratif materyallerle kapatılmadan önce kavite dezenfektanı uygulama ihtiyacını artırmaktadır (Meiers & Kresin, 1996).

İdeal kavite dezenfektanı; güçlü antimikrobiyal aktiviteye sahip olmalı ve rezinin bağlanma dayanımını olumsuz etkilememelidir (El-Housseiny & Jamjoum, 2001; Jowkar vd., 2018; Mohammad vd., 2011).

### **2.10.1 Klorheksidin Diglukonat**

CHX' in farklı konsantrasyonlarda restoratif tedavi üzerindeki bildirilen etkileri, kullanılan adeziv sistemin tipine, CHX' in formuna ve konsantrasyonuna göre değişmiştir.

Kompozit bağlamadan önce kavitenin %2'lik çözelti formundaki Klorheksidin Diglukonat ile yıkanmasının ardından, Etch and Rinse sistemleri kullanıldığında 6 aya kadar bağlanma mukavemetini başarılı bir şekilde devam ettiği gösterilmiştir (Francisconi-dos-Rios vd., 2015; Gunaydin vd., 2016; Pilo vd., 2001). Ayrıca, Manfro ve ark.(Manfro vd., 2012) ve Breschi ve ark.(Breschi vd.,

2009), CHX ile muamele edilen numunelerdeki bu bağı, 12 aylık süre sonrasında, muamele edilmeyen numunelerden önemli ölçüde daha güçlü olduğunu bildirmiştir.

Dentindeki matriks metalloproteinazların (MMP), hibrid tabaka içindeki korunmasız kolajen fibrillerinin parçalanmasında rol oynadığı gösterilmiştir. Bu nedenle, CHX gibi MMP inhibitörleri, reçinenin dentine olan bağı uzun ömürlü olmasında rol oynayabilir. (Almahdy vd., 2012; Mazzoni vd., 2015) Birçok çalışma, CHX ön işleminden sonra self-etch sistemleri yerine Etch and Rise sistemleri kullanıldığında, kompozitin dentine daha yüksek bağlanma kuvveti gösterdiği bildirmiştir (Bhandary vd., 2013; Campos, Correr, vd., 2009; Çelik vd., 2010; Ercan vd., 2009).

CHX' in yeniden ıslatma kapasitesi, güçlü afinitesi ve diş yapısı ile yüksek biyoyumluluğa sahip olması nedeniyle dentin bağlanma kuvvetini artırması beklenmektedir (Çelik vd., 2010; Ercan vd., 2009). CHX'in rezin-dentin bağ kuvvetini azalttığını bildiren araştırmacılar da vardır (Ercan vd., 2009; Suma, 2017).

Araştırmacılara göre, CHX'in dentin yüzeyinden yeterince uzaklaştırılamaması, tübüllerde kalıntı birikimine ve dolayısıyla bağlanma mukavemetinde azalmaya neden olmaktadır (Suma, 2017). Ercan ve ark. (2009) yaptığı bir çalışmada, enfekte dentin yüzeylerine NaOCl, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve CHX solüsyonları uygulanmış, ardından self-etch adeziv sistemin bağlanma dayanımı değerlendirilmiştir. CHX uygulanan grubun, kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede daha düşük bağlanma dayanımı gösterdiği bildirilmiştir.

Farklı adeziv sistemler uygulanmadan önce klorheksidinin kavite dezenfektanı olarak kullanımının etkisini değerlendiren çalışmalarda, self-etch sistemlerde bağlanma dayanımının azaldığı, buna karşın etch-and-rinse sistemlerde kontrol grubuna göre arttığı bildirilmiştir (Çelik vd., 2010; Ercan vd., 2009; Sharma vd., 2011). Aksine, Elkassas ve arkadaşlarının (2014) yaptığı çalışmada Etch and Rinse sistemi kullanılırken bağ mukavemeti değerlerinde bir azalma ve self-etch aşındırma sistemi kullanıldığında bir artış olduğunu belirtmiştir. Sharma ve arkadaşları (2009) self etch sistemlerinin uygulanmasından önce %2 klorheksidin kullanımının bağ mukavemeti değerlerini düşürdüğünü, ancak konsantrasyonu %1'e düşürürken yazarlar yapışma kuvvetlerinde bir artış olduğunu bildirmişlerdir.

Satpute ve ark. (Satpute & Mulay, 2021) inceleme makalesinde klorheksidin kullanımının Matris Metalloproteinaz enzimi (MMP'ler) üzerindeki anti-kolajenolitik etkisi nedeniyle restoratif materyalin dayanıklılığını artırdığı iddia edilmiştir. Öte yandan Mutluay ve ark. (Mutluay & Mutluay, 2019) klorheksidin çalışmalarında kullanılan diğer kavite dezenfektan protokolleri gibi mikro sızıntıyı olumsuz yönde etkilemediğini belirtmiştir.

Sonuç olarak, klorheksidin glukonatın kavite dezenfektanı olarak kullanılması, restorasyonların bağlanma dayanımını etkileyebilir ve bu etki kullanılan bağlayıcı sistemin özelliklerine, dezenfeksiyon sürecine ve uygulama tekniklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle, klorheksidin glukonatın restorasyon bağlanma dayanımı üzerindeki etkileri üzerine daha fazla araştırma yapılması gereklidir.

#### **2.10.1.1 Sodyum Hipoklorit**

Sodyum Hipoklorit'in bir kavite dezenfektanı olarak etkilerini değerlendiren çalışmalar, %0,5 (Abo vd., 2006; Sauro vd., 2009) ile %10 (Baseggio vd., 2009; Montagner vd., 2015; Nima vd., 2020; Pucci vd., 2016; Saboia vd., 2008; Saraceni vd., 2013; Uceda-Gómez vd., 2003; Wang vd., 2019) arasında değişen farklı konsantrasyonları test ettiler. Kavite dezenfektanı olarak NaOCl'un etkisini inceleyen bazı çalışmalarda, bu maddenin iyi performans gösterdiği ve bağlanma dayanımı değerlerinin artmasına ya da en azından korunmasına olanak sağladığı bildirilmiştir (Chauhan vd., 2015; Fawzy vd., 2008; Sauro vd., 2009). Kunawarote ve ark. (2011) ayrıca sağlıklı veya enfekte dentin üzerinde test yapıldığında olumlu sonuçlar verdiğini bildirmiştir. Aguilera ve ark. (2012) ise %5'lik NaOCl solüsyonunun derin ve yüzeysel dentine uygulanması arasında anlamlı bir fark bulamamıştır. Buna karşılık Montagner ve ark. (Montagner vd., 2015) ile Uceda-Gómez ve ark. (Uceda-Gómez vd., 2003) yüzeysel dentinde %10'luk NaOCl kullanımının daha yüksek bağlanma dayanımı sağladığını rapor etmiştir. Öte yandan Toledano ve ark. (Toledano vd., 2002) derin dentinde %5'lik bir NaOCl uygulamasının bağlanma kuvvetini bir arttırdığını bildirmiştir. Bazı araştırmalarda ise NaOCl'un bağlanma dayanımı üzerinde olumsuz etkileri olduğu belirtilmiştir (Baseggio vd., 2009; Kim vd., 2017; Nima vd., 2020; Saboia vd., 2008; Sharafeddin vd., 2017). Çalışmalardan biri (Saboia vd., 2008) bu sonuçları 6 ay sonra bile korumuştur.

Kunawarote ve ark. (2010) sodyum hipokloritin farklı uygulama sürelerinde (5, 15 ve 30 sn) bağlanma dayanımını azalttığını ve özellikle 30 saniyelik uygulamada istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş görüldüğünü bildirmiştir. NaOCl'un bağlanma dayanımını artırdığını bildiren çalışmaların aksine (Khamverdi vd., 2013; Montagner vd., 2015; Zhou vd., 2015), total etch (Montagner vd., 2015; Pucci vd., 2016; Saraceni vd., 2013) ve universal etch (Khamverdi vd., 2013) olmak üzere farklı yapıştırıcı sistemleriyle kombinasyon halinde kullanıldığında sodyum hipokloritin etkisini test etti ve tümü bağ mukavemeti ile ilgili olarak bildirilen olumlu sonuçlar elde etmişlerdir.

Correr ve ark.(2004) süt dişlerinde %10 NaOCl uygulamasının bağlanma dayanımını anlamlı biçimde etkilemediğini, Saboia ve ark.(2006), ise in vivo olarak NaOCl'un kompozit restorasyonların iki yıllık klinik performansı üzerinde belirgin bir etkisinin bulunmadığını rapor etmiştir.

#### **2.10.1.2 Ozon**

Birçok çalışma, ozon (O<sub>3</sub>) uygulamasının dental kompozitlerin ve adeziv sistemlerin bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu araştırmaların bir kısmı, fissür örtücülerde olduğu gibi, O<sub>3</sub> ön işleminin mine bağı üzerindeki etkisine odaklanmış ve bağlanma dayanımı ya da mikrosızıntı açısından anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmiştir (Celiberti vd., 2006; Dukić vd., 2009; Marchesi vd., 2012). Ayrıca bazı yazarlar, pit ve fissürlerin kapatılmasından önce O<sub>3</sub>'ün profilaktik olarak uygulanmasını önermektedir. (Azarpazhooh & Limeback, 2008). Marchesi ve arkadaşları (2012) , 80 saniyelik O<sub>3</sub> uygulamasının fissür örtücü materyaller üzerindeki etkisini değerlendirerek, bağlanma dayanımında azalma veya mikrosızıntıda artış gözlenmediğini rapor etmiştir. O<sub>3</sub> uygulamasının mine/restorasyon ara yüzeyinde bağ dayanımını artırdığını ve mikrosızıntıyı azalttığını bildirmiştir (Al Shamsi vd., 2008; Cehreli vd., 2010; Schmidlin vd., 2005). Özellikle Cehreli ve ark. (2010), O<sub>3</sub> ön işleminin mikrosızıntıyı anlamlı düzeyde azalttığını ve adeziv materyalin yüzeye adaptasyonunu iyileştirdiğini vurgulamıştır. Buna karşın, diğer bazı çalışmalar, kullanılan adeziv sistem türünden bağımsız olarak O<sub>3</sub>'ün bağlanma kuvveti üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını bildirmiştir ((Cadenaro vd., 2009; Kapdan & Öztaş, 2015; Schmidlin vd., 2005). Bu bulgular, O<sub>3</sub>'ün adeziv performansına etkisinin uygulama süresi, gaz

konsantrasyonu, yüzey nemi ve adeziv sistemin kimyasal yapısı gibi birçok parametreye bağlı olduğunu göstermektedir.

Yakın dönemde yapılan bazı çalışmalar, O<sub>3</sub> uygulamasının etkisinin kullanılan bağlayıcı ajanın türüne göre değiştiğini ortaya koymuştur. Cangül ve ark. (2020), kavite dezenfektanı olarak O<sub>3</sub>'ün kullanıldığı farklı antibakteriyel bağlayıcı ajanlarda dentin bağlanma dayanımını karşılaştırmış; bazı sistemlerde O<sub>3</sub>'ün bağ dayanımını azalttığını, bazılarında ise anlamlı bir fark oluşturmadığını bildirmiştir. Bu sonuçlar, O<sub>3</sub>'ün bağlayıcı ajanların kimyasal içeriğiyle etkileşime girerek bağlanma dayanımını değiştirebileceğini düşündürmektedir. Chaurasiya (2025), O<sub>3</sub>'ün biyouyumlu, antimikrobiyal ve noninvaziv özellikleri sayesinde kavite dezenfeksiyonunda etkili bir ajan olduğunu; ancak uzun süreli veya yüksek konsantrasyonlu uygulamalarda mikromekanik bağlanmayı zayıflatabileceğini belirtmiştir. Tüm bu bulgular, O<sub>3</sub>'ün klinik kullanımında uygulama süresi, yöntemi ve konsantrasyonunun dikkatle kontrol edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

#### **2.10.1.3 Hidrojen Peroksit**

Kavite dezenfektanı olarak %3 hidrojen peroksitin etkisini değerlendiren çalışmalarda bu maddenin farklı adeziv sistemlerle etkileşimi incelenmiştir (Bhandary vd., 2013; Ercan vd., 2009). Ercan ve ark. (2009) hidrojen peroksit uygulamasını etch-and-rinse ve self-etch sistemlerle karşılaştırmış ve self-etch sistemde bağlanma dayanımında azalma gözlemlemiştir. Bhandary ve ark. (2013) iki farklı self-etch sistemi test ederek her iki adezivde de bağlanma mukavemetinin düştüğünü bildirmiştir.

#### **2.10.1.4 Lazer**

Çok sayıda çalışmada Er, Cr: YSGG veya KTP lazerlerin kullanımının restorasyonların bağlanma mukavemetini olumsuz etkilemediği bildirmiştir. (Arslan vd., 2012; Çelik vd., 2010; Jhingan vd., 2015; Siso vd., 2009)

Ancak, Gonçalves ve ark. (2008) lazer uygulamasının, özellikle derin ve yüzeyel dentin yüzeylerinde test edildiğinde bağlanma dayanımında azalmaya neden olabileceğini rapor etmiştir. Bazı araştırmalar, Er: YAG lazerin farklı adeziv sistemlerle birlikte kullanımını değerlendirmiştir. Ramos ve ark. (2002) ve Oliveira ve ark. (2013) üç farklı adeziv sistemi test ederek self-etch ve universal sistemlerde bağlanma dayanımının arttığını, buna karşın etch-and-rinse sistemde azaldığını bildirmiştir. Benzer şekilde Gonçalves ve ark. (2008) ile Ramos ve ark. (2002) self-

etch ve etch-and-rinse sistemleri karşılaştırmış; ilkinde bağlanma dayanımında genel bir azalma gözlerken, ikincisinde yalnızca bazı numunelerde düşüş saptamıştır. Farklı bir yaklaşımda Davari ve ark. (2013) ile Fırat ve ark. (2012) fosforik asidin lazerle yer değiştirmesi ve lazer + asit kombinasyonunun etkilerini araştırmıştır. Bu çalışmalar, fosforik asidin lazerle tamamen değiştirilmesi durumunda bağlanma dayanımının azaldığını, ancak her iki yöntemin birlikte uygulanması halinde anlamlı bir fark oluşmadığını göstermiştir. Bununla birlikte Davari ve ark. (2013), lazer ve fosforik asidin kombinasyonunda daha düşük bağlanma sonuçları elde edildiğini bildirmiştir.

### **2.10.1.5 Propolis**

Propolis ekstraktı dezenfektanlarının restoratif tedaviler üzerindeki etkilerini değerlendiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Kalyoncuoğlu vd., 2015; Oznurhan vd., 2015; Perote vd., 2015).

Arslan ve ark. (2012), etch-and-rinse sistemi kullanıldığında %30 propolis ekstraktının diğer dezenfektanlardan anlamlı bir fark göstermediğini, ancak self-etch adeziv sistem grubunda (All Bond SE) propolis uygulanan örneklerde dentin sınırlarında daha fazla mikrosızıntı gözlemlendiğini bildirmiştir. Kalyoncuoğlu ve arkadaşları (2015) kök kanal irrigantı olarak kullanılan %20 propolis ekstraktının, self-etch adeziv sistem (Clearfil SE Bond) ile kullanıldığında mikro bağlanma dayanımını artırdığını rapor etmiştir. Perote ve ark. (2015), farklı propolis ekstraktlarını (%10 etanolik, sulu ve %70 etanolik) asitle aşındırmadan sonra ve adeziv uygulamadan önce 60 saniye süreyle uygulayarak değerlendirmiş; tüm propolis çözeltilerinin mikro bağlanma dayanımı üzerinde olumsuz bir etki oluşturmadığını belirtmiştir. Daha güncel araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Elmenshaw ve ark. (2024) etanolik propolis ekstresinin cam iyonomer restorasyonlara eklenmesinin antibakteriyel etkinliği artırdığını, ancak yüksek konsantrasyonlarda mikrogerilme bağlanma dayanımını azalttığını bildirmiştir. Araştırmacılar, bu azalmanın propolis ilavesiyle viskozitenin düşmesi ve çapraz bağ oluşumunun zayıflamasıyla ilişkili olabileceğini ifade etmiştir. Genel olarak mevcut veriler, propolisin adeziv sistem tipi, ekstrakt formu, konsantrasyonu ve uygulama süresine bağlı olarak farklı sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir. Çoğu çalışma, düşük konsantrasyonlarda propolisin bağlanma dayanımını

koruyabildiğini veya hafifçe artırabildiğini, ancak yüksek oranlarda adeziv tabaka etkileşimini zayıflatabileceğini vurgulamaktadır.

Biyouyumlu ve doğal yapısı sayesinde propolis, klorheksidine alternatif bir kavite dezenfektanı olarak değerlendirilebilir. Formülasyonların, standart formülasyonların belirlenmesi ve farklı adeziv sistemlerle etkileşiminin netleştirilmesi için daha fazla in vitro ve klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

#### **2.10.1.6 Aloe Vera**

Aloe vera içeren kavite dezenfektanlarının bağlanma dayanımı üzerindeki etkileriyle ilgili çalışmalar farklı sonuçlar bildirmektedir. Tüzüner ve ark. (2012), Aloe vera jellerinin kontrol grubuna göre daha düşük ancak istatistiksel olarak benzer bağlanma dayanımı gösterdiğini bildirmiştir. Buna karşılık, Goel ve ark. (2019), aloe vera uygulanan gruplarda rezin-dentin bağ dayanımının hem anında hem de 6 ay sonra kontrol grubundan yüksek olduğunu ve aloe vera'nın klorheksidine benzer şekilde bağ stabilitesini koruyabildiğini belirtmiştir. Öte yandan Coelho ve ark. (2021), süt dişi dentininde aloe vera'nın bağlanma dayanımını anlamlı biçimde azalttığını, Tyagi ve ark. (2025) ise CHX, ozonlu su ve Tulsi gruplarına kıyasla daha düşük değerler elde edildiğini rapor etmiştir. Shayegan ve ark. (2025) de Aloe vera'nın sınıf V restorasyonlarda mikrosızıntıyı azaltmadığını bildirmiştir.

Genel olarak, Aloe vera'nın bağlanma dayanımı üzerindeki etkisi adeziv sistem, diş tipi ve uygulama koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

#### **2.10.1.7 Meyan kökü**

Meyan kökü kavite dezenfektanı antibakteriyel etkisi açısından incelenmiş olsa da (Godbole vd., 2019) ancak yine de sızdırmazlık kabiliyetini değerlendiren herhangi bir çalışma yoktur.

Adeziv işlemler öncesinde kavite dezenfeksiyonu için çeşitli ajanlar kullanılmaktadır; ancak yalnızca birkaçı yeterince test edilmiştir. Klorheksidin, güvenli ve etkili bir ajan olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, dezenfektanların bağlanma dayanımı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, klinik uygulamalarda doğru materyal seçimi için kritik öneme sahiptir.

## **2.11 Yaşlandırma Yöntemleri**

### **2.11.1 Sodyum Hipoklorit ile Yaşlandırma**

NaOCl solüsyonu, dentin dokusundaki organik bileşenlerin uzaklaştırılmasını sağlayarak deproteinizasyon etkisi gösteren güçlü bir oksidan ajandır. Bağlanma hibrit tabakadaki kolajen liflerinin yapısal bütünlüğünü bozarak, bağlanma dayanıklılığını olumsuz yönde etkileyebilecek kimyasal bir yaşlandırma ortamı oluşturur (Perdigão vd., 2000). Kompozitlerinin bozunmasının hidroliz süreçleri yoluyla gerçekleştiği düşünüldüğünde, in vitro yaşlandırma için uygun bir ortam, örneğin sodyum hidroksit (NaOH) gibi yüksek hidroksil iyonu ile karakterize edilen bir çözelti olmalıdır (Krüger vd., 2018; Prakki vd., 2005). İn vitro hızlandırılmış yaşlandırma çalışmalarında örneklerin %10'luk NaOCl solüsyonunda 1 saat bekletilmesinin, hibrit tabaka stabilitesini değerlendirmede güvenilir bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Yamauti vd., 2003).

### **2.11.2 pH Döngüsü ile Yaşlandırma**

pH döngüsü yöntemi, ağız ortamında tekrarlayan demineralizasyon ve remineralizasyon olaylarını simüle eden bir kimyasal yaşlandırma yöntemidir. Bu yöntemde örnekler, pH 4,3'teki asidik çözeltide 37°C'de 6 saat bekletildikten sonra, remineralizasyonu taklit etmek amacıyla 37°C'de yapay tükürükte 17 saat bekletilerek bir günlük döngü tamamlanır (Sano vd., 1995). Uzun süreli pH döngüleri sonucunda, bağlanma ara yüzeyinde hidroliz, rezin matriksinde bozulma ve mikrosızıntı artışı gözlenebilmektedir (Sano vd., 1995).

### **2.11.3 Suda Bekleterek Yaşlandırma**

Suda yaşlandırma, dental materyallerin ağız içi ortamda uzun süre boyunca maruz kaldıkları nem, ısı ve iyon etkilerini laboratuvar koşullarında taklit etmek amacıyla kullanılan en yaygın in vitro yaşlandırma yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde örnekler genellikle 37°C'de distile su veya yapay tükürük içerisinde belirli sürelerle (örneğin 6 ay–2 yıl) bekletilir; böylece materyalin su absorpsiyonu ve buna bağlı hidrolitik değişimleri incelenir (Ferracane vd., 1998). Su absorpsiyonu, rezin matriksinin hidrolitik bozulmasına, kolajen liflerinin şişmesine ve adeziv tabakada nano-sızıntının artmasına neden olur ve bu durum, adeziv sistemlerin dentine olan bağlanma kuvvetinde anlamlı azalmaya yol açabilmektedir (Hosaka vd., 2010; Torkabadi vd., 2009; Van Landuyt vd., 2010).

#### **2.11.4 Mekanik Yükleme ile Yaşlandırma**

Mekanik yaşlandırma, dental materyallerin çiğneme kuvvetleri ve okluzal streslere karşı dayanıklılığını değerlendirmeyi amaçlayan bir yöntemdir. Örnekler belirli sayıda yükleme döngüsüne tabi tutularak çiğneme simülatörlerinde yaşlandırılır (Frankenberger vd., 2003). Böylece, restorasyonun fonksiyonel koşullar altında ne ölçüde stabil kalabildiği incelenir. Bu yöntem, klinik koşulları en gerçekçi biçimde taklit eden ve materyalin mekanik yorgunluğa karşı direncini değerlendiren yaşlandırma protokollerinden biridir (Krejci vd., 1994)

#### **2.11.5 Termal Yaşlandırma**

Restoratif diş hekimliğinde kullanılan materyaller, ağız ortamında tekrarlayan sıcaklık değişimleri, nem, pH dalgalanmaları ve mekanik stresler gibi çok sayıda çevresel faktöre maruz kalmaktadır. Bu değişken koşullar, diş dokusu ile restoratif materyal arasındaki bağlanma dayanımının zamanla azalmasına, ayrıca mikrosızıntı ve marjinal bozulma gibi olumsuz klinik sonuçlara yol açabilmektedir (Poitevin vd., 2010). Bu nedenle, laboratuvar koşullarında yapılan termal yaşlandırma (termal siklus) testleri, ağız içi sıcaklık dalgalanmalarının neden olduğu ısıl stresleri ve bağın uzun dönem stabilitesini taklit etmek amacıyla uygulanmaktadır. Böylece, restoratif materyalin klinik performansını öngörmek ve adeziv sistemlerin zamanla dayanıklılığını değerlendirmek mümkün hale gelmektedir (Cenci vd., 2008; Wahab vd., 2003).

##### **2.11.5.1 Termal Siklus Yönteminin Prensibi**

Termal siklus yöntemi, soğuk ( $5 \pm 2$  °C) ve sıcak ( $55 \pm 2$  °C) su banyoları arasında örneklerin belirli sayıda döngü boyunca aktarılması esasına dayanır (Bedran de Castro vd., 2004). Her banyoda bekleme süresi genellikle 30 saniye, banyolar arası geçiş süresi ise 2 saniye olarak belirlenir. Literatürde 500–10.000 döngü arasında değişen farklı protokoller uygulanmakta olup, 5000 döngülük bir termal siklusun yaklaşık altı aylık klinik kullanımı temsil ettiği kabul edilmektedir (Gale & Darvell, 1999).

Ağız ortamındaki sıcaklık değişimlerinin 0 °C ile 67 °C arasında olabileceği bildirilmiştir (Moore, 1999; Palmer vd., 1992). Bu nedenle 5–55 °C aralığı, restoratif materyallerin değerlendirilmesinde klinik olarak kabul edilebilir bir

simülasyon aralığı olarak önerilmektedir (Cenci vd., 2008; Ernst vd., 2004; Gale & Darvell, 1999). Ayrıca, sıcak suyun kolajenin hidrolizini hızlandırarak polimer matriksin zayıflamasına neden olabileceği; bu durumun adeziv bağın dayanıklılığını olumsuz etkilediği belirtilmiştir (Cenci vd., 2008; Munck vd., 2005).

#### **2.11.6 Termal Yaşlandırmanın Mekanizması ve Etkileri**

Termal yaşlandırma, restoratif materyallerin uzun dönem performansını etkileyen ısı genleşme, nem geçirgenliği ve bağ ara yüzü stabilitesi gibi parametreleri değerlendirmeyi amaçlar. Diş dokusu ile restoratif materyal arasındaki farklı ısı genleşme katsayıları, tekrarlayan sıcaklık değişimleri sırasında mikrogirilmelere ve çatlak oluşumuna neden olur. Bu gerilimler zamanla adeziv tabakanın bozulmasına ve mikrosızıntının artmasına yol açabilir (Helvatjoglu-Antoniades vd., 2004; Wahab vd., 2003).

Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu (ISO 11405), adeziv sistemlerin bağlanma dayanımı testleri öncesinde termal siklus işlemine tabi tutulmasını önermektedir (Armstrong vd., 2017). Böylece materyalin ağız ortamında maruz kalacağı ısı stresler laboratuvar koşullarında daha gerçekçi biçimde taklit edilmiş olur. Sonuç olarak, termal yaşlandırma; restoratif materyallerin klinik ömrünün öngörülmesi, bağlanma stabilitesinin incelenmesi ve adeziv sistemlerin uzun süreli etkinliğinin değerlendirilmesi açısından diş hekimliği araştırmalarında vazgeçilmez bir test yöntemidir (Gale & Darvell, 1999).

#### **2.12 Bağlanma Dayanımı Testleri**

Restoratif materyallerin diş dokularına bağlanma kuvveti, diş-restorasyon ara yüzeyinde birim yüzey alanına düşen kuvvet miktarı olarak tanımlanmaktadır. Bu testler literatürde aynı zamanda “debonding testleri” olarak da adlandırılmaktadır (Sakaguchi Ronald & Powers John, 2012). Bir restoratif materyale dışarıdan kuvvet uygulandığında, materyal içerisinde bu kuvvete zıt yönde bir direnç oluşur ve bu direnç stres olarak tanımlanır. Oluşan stresin büyüklüğü, uygulanan kuvvetin (N) kuvvetin etki ettiği yüzey alanına (mm<sup>2</sup>) oranıyla hesaplanır ve birimi megapaskal (MPa) cinsinden ifade edilir. Uygulanan kuvvetin yönü, açısı ve tipi; oluşan stresin niteliğini belirler. Bu doğrultuda stres türleri makaslama, çekme (gerilim) ve basma (kompresyon) olarak sınıflandırılmaktadır (Sakaguchi Ronald & Powers John, 2012).

Günümüzde rezin içerikli restoratif materyallerinde bağlanma dayanımlarının belirlenmesinde en sık kullanılan in vitro testler; makaslama ve gerilim (tensil) bağlanma dayanımı testleridir. Arayüzüne bağlanma testi, diş-restorasyon arayüzüne paralel yönde ve sabit artışla kuvvet uygulanması esasına dayanır. Buna karşın, gerilim bağlanma testi; restoratif materyale dentin veya mine yüzeyine dik yönde ve sabit hızla kuvvet uygulanarak gerçekleştirilmektedir (Sakaguchi Ronald & Powers John, 2012).

Başarısızlıklar; adeziv (diş ve materyal arayüzünde), koheziv (tamamen materyal veya diş içinde) ve karışık (hem adeziv hem koheziv özellikte) olarak sınıflandırılır. Literatürde, bağlanma dayanımı değerlerinin başarısızlık modu belirtilmediği durumlarda bilimsel anlamının sınırlı olduğu vurgulanmaktadır (Hubbezoglu, n.d.; McCabe & Walls, 1998; Tuncer vd., 2015).

#### **2.12.1 Makro Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi**

Makaslama bağlanma dayanımı testi, yeni geliştirilen adeziv sistemlerin etkinliğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek amacıyla en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Bu test yöntemi ilk kez Bowen ve ark. (1984) tarafından tanımlanmış olup, genel anlamda bir materyalin kesme yükü altında kırılmadan önce dayanabildiği maksimum gerilme miktarını belirtir. Bu testte, restoratif materyalden oluşturulan silindirik bir kompozit blok, adeziv sistemin uygulanmasının ardından düz bir mine veya dentin yüzeyine bağlanır. Daha sonra, bağlantı kopana kadar diş yüzeyine paralel yönde kuvvet uygulanır. Bu kuvvet genellikle halka, keski ya da bıçak kenarı gibi farklı aparatlarla iletilir.

Kullanılan test düzeneği, uygulanan gerilimin diş ve materyal arayüzüne nasıl dağıldığını doğrudan etkilediğinden, makaslama bağlanma dayanımı ölçümlerinde önemli değişkenlik kaynaklarından biridir. Bu yöntemin bir diğer avantajı, adeziv uygulamasının ardından ek numune hazırlığı gerektirmemesi ve bu sayede uygulama kolaylığı sağlamasıdır. Bu özellikleri nedeniyle makaslama bağlanma dayanımı testi hem akademik hem de endüstriyel araştırma laboratuvarlarında hızlı, pratik ve güvenilir bir ön değerlendirme yöntemi olarak geniş kabul görmüştür (McDonough vd., 2002).

### **2.12.2 Makro Çekme Bağlanma Dayanımı Testi**

Makro çekme testlerinde, iki materyal arasındaki bağa dik yönde kuvvet uygulanır. Bu sayede makaslama testine göre daha homojen bir stres dağılımı elde edilir. Testin doğruluğu, numunenin yükleme eksenine dik olarak hizalanmasına bağlıdır. Yanlış hizalanma veya örnekte bükülme, sonuçlarda hataya yol açabilir. Bu nedenle makro çekme testleri, teknik açıdan daha hassas yöntemler arasında yer alır (Kelly vd., 2012; Van Noort vd., 1989).

### **2.12.3 Mikro Çekme Bağlanma Dayanımı Testi**

Mikrogerilim bağlanma dayanımı testi ( $\mu$ TBS), ilk olarak Sano ve ark. (1994) tarafından tanımlanmış olup, yaklaşık 1 mm<sup>2</sup> büyüklüğündeki küçük bağlanma alanlarında gerilim dayanımının ölçülmesine imkân tanır. Bu yöntem, dentin içindeki bölgesel farklılıkların değerlendirilmesini ve bir diştten çok sayıda örnek elde edilmesini sağlar.

Testte örnekler genellikle siyanoakrilat yapıştırıcı ile düzeneğe sabitlenir veya aktif/pasif kulplar aracılığıyla tutulur. Ölçülen bağlanma dayanımı değerleri genellikle 30–50 MPa arasında olup, makro çekme testlerinden daha yüksektir; çünkü mikro düzeydeki çatlakların kritik boyutu daha küçüktür (Sudsangiam & van Noort, 1999; Thammarak vd., 2019).

Ancak örnek kesimi sırasında oluşabilecek mikro çatlaklar, stresin belli noktalarda yoğunlaşmasına ve bağlanma dayanımının olduğundan düşük ölçülmesine neden olabilir (Versluis vd., 1997; R. Wang vd., 2017). Bu nedenle mikro çekme testi, yüksek hassasiyetine karşın dikkatli örnek hazırlığı ve standardizasyon gerektiren bir yöntemdir (Elmas vd., 2021).

### **2.12.4 Mikro Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi**

Mikro makaslama bağlanma dayanımı testi ( $\mu$ MBD), ilk olarak 2002 yılında geliştirilmiş olup, küçük diş kesitlerinde bağlanma kuvvetinin değerlendirilmesine olanak tanıyan bir yöntemdir. Testte, diş dokusu veya restoratif materyal üzerine yerleştirilen örnekler, bir tel halkası veya özel düzenek yardımıyla makaslama kuvvetine maruz bırakılır. Deneysel yüzey alanı genellikle 1 mm<sup>2</sup>'den küçüktür ve böylece aynı substrat üzerinden birden fazla ölçüm yapılabilir. Bu özellik, tek bir diştten çok sayıda örnek elde edilmesini ve kullanılan diş için ortalama bağlanma değerinin hesaplanabilmesini sağlar (Armstrong vd., 2017).

Bu testin avantajları arasında, düzensiz yüzeylerde bile uygulanabilmesi, örneklerin test öncesinde düşük stresle karşılaşması ve deney sonrasında elektron mikroskopik incelemelere elverişli olması sayılabilir. Ayrıca mikro ölçekte çalışılması, standardizasyonun kolaylaştırılmasına katkı sağlar. Ancak, test sırasında stres dağılımının homojen olmaması ve örneklerin kolayca hasar görebilmesi yöntemin sınırlılıkları arasındadır (Braga vd., 2010).

#### **2.12.5 Push-out (İtme) Testi**

Push-out testi, özellikle endodontik post sistemleri veya kanal içi restorasyonlarda kullanılır. Bu yöntemde, dentin diski üzerine açılan deliğe adeziv sistemle yerleştirilen materyale sivri uçlu bir aparatla alttan yukarı doğru kuvvet uygulanır. Kopma kuvveti ölçülerek bağlanma dayanımı belirlenir. Bu testin avantajı, klinik koşulları diğer yöntemlere göre daha gerçekçi biçimde simüle etmesidir. Ancak test sırasında örnek geometrisinin hassas hazırlanması ve yükleme hızının standardize edilmesi gerekmektedir (Schröter & Ilie, 2023).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmamız Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma ve Geliştirme Laboratuvarı olanaklarından faydalanılarak yapılmıştır. Bu araştırmada, üç farklı kavite dezenfektanının süt dişlerine uygulanan poliasit modifiye kompozit rezin restorasyonların bağlanma dayanımına etkileri in vitro olarak değerlendirildi. Çalışmamızda, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik onay alınmış ve gönüllü onam formu bulunan hastalara ait çekilmiş insan süt dişleri kullanılmıştır (Karar No: 2025/90). Örnekler, fizyolojik düşme zamanı gelmiş veya ortodontik tedavi endikasyonu ile çekimi planlanan, çürük içeren toplam 52 adet ve üst çene birinci ve ikinci süt azı dişlerinden oluşmaktadır.

#### 3.1 Diş seçim kriterleri

Çalışmada kullanılacak dişlerin seçiminde kullanılan kriterler şunlardır:

- Klinik ve radyografik olarak dentin çürüklü dişler araştırma kapsamına alınmıştır.
- Klinik ve radyografik olarak incelendiğinde, araştırmaya dahil edilecek dişlerin köklerinden en az bir tanesindeki kök rezorpsiyonunun, kökün 1/3 koronalini geçmemesi şartı aranmıştır.
- Çürük veya travma gibi sebeplerden dolayı pulpası kendiliğinden açılan dişler araştırma kapsamına alınmamıştır.
- Çürükten etkilenmiş dentinin açığa çıkarılması sırasında madde miktarı, inceleme yapılamayacak kadar az kalan dişler çalışma kapsamından çıkarılmıştır.
- Klinik ve radyografik muayenede, derin çürük lezyonu tespit edilen ve bu çürüğün tamamen kaldırılması durumunda pulpanın açılabilceği düşünülen dişler araştırma kapsamına alınmamıştır.
- 

#### 3.2 Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması

Gruplar arasındaki farkın anlamlılığını tespit edebilmek için güç analizi G\*Power 3.1.9.4 programı ile yapıldı ve gerekli gözlem sayısı, 0,618 etki büyüklüğü ve  $\alpha=0,05$  ile her bir gruba %80 güç için minimum 9, %90 güç için

minimum 11 olarak hesaplandı (ElMansy et al., 2023). Olası veri kayıpları göz önünde bulundurularak n=13 kabul edildi.

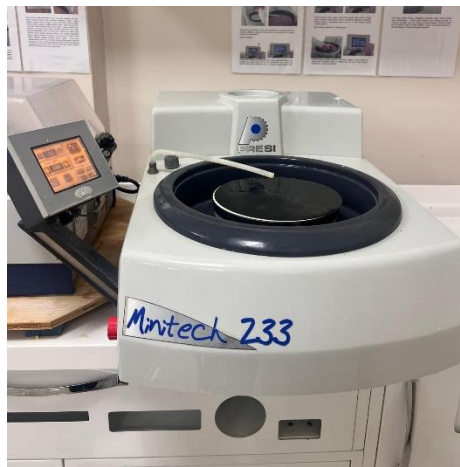
### 3.3 Çalışma Grupları

Belirtilen kriterlere göre seçilen dişler, çalışma protokolüne uygun şekilde rastgele olarak gruplandırıldı. Çalışmaya dahil edilen, çürük içeren toplam 52 adet birinci ve ikinci süt azı dişi, çalışma süresince kullanılmak üzere maksimum 3 ay boyunca 37°C sıcaklıkta distile su içerisinde saklandı.

Örneklerin üzerindeki yumuşak doku artıkları, pomza ve kıl fırça kullanılarak uzaklaştırıldıktan sonra, her birinde 13 diş bulunacak şekilde rastgele dört ayrı çalışma grubuna ayrıldı.

### 3.4 Makaslama Bağlanma Dayanımı İçin Yüzey Hazırlığı

Elde edilen örneklerin açıkta kalması planlanan mine sement sınırının koronal kısmı dışındaki kısımlar hazır silikon kalıplarda soğuk akrilikle gömüldü. Dişlerin koronal üçte birlik kısımları, dentin dokusunu açığa çıkarmak amacıyla, oklüzal yüzeye paralel olacak biçimde ve 280 grit silikon karbür zımpara kâğıdı kullanılarak (P60D 188 su zımparası, Atlas Abrasives, Türkiye) zımparalama ve parlatma makinesinde (Minitex 233, PRESI, Almanya) (Şekil 3-1) horizontal düzlemde uzaklaştırıldı. Preparasyon işlemi sırasında, pulpa odası üzerinde yeterli dentin kalınlığının korunmasına özen gösterildi.



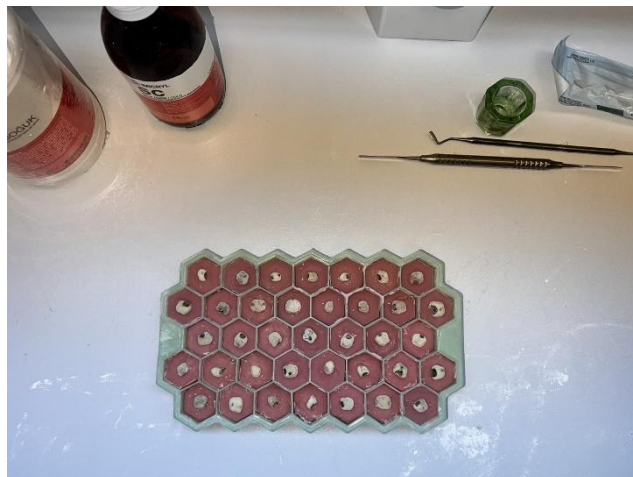
Şekil 3-1. Zımparalama ve parlatma makinesi



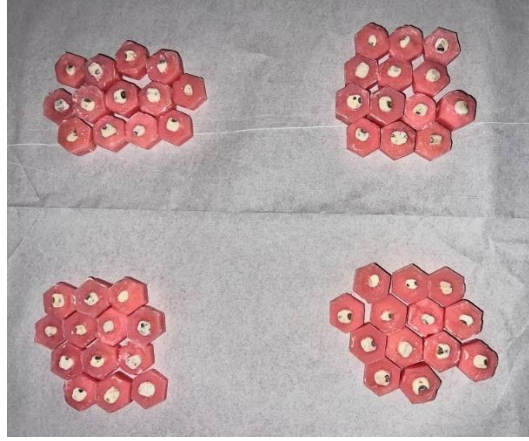
**Şekil 3-2.** Dentine Kadar Tirimlenmiş Diş Örneği (Okluzal)



**Şekil 3-3.** Dentine Kadar Tirimlenmiş Diş Örneği (Bukkal)



**Şekil 3-4.** Akriliğe Gömülmüş Diş Örnekleri



**Şekil 3-5.** Randomize Olarak Ayrılmış Dört Ayır Grup

### 3.5 Kavite Dezenfektanları ve Bağlayıcı Uygulanması

Bu çalışmada yer alan klorheksidin glukonat, propolis ve ozonlu su kavite dezenfektanları ile dentin yüzeyinin pürüzlendirilmesinde kullanılan asit ve restoratif materyal olarak seçilen poliasit modifiye kompozit rezinin ticari adları ve içeriklerine ilişkin detaylar Tablo 1' de belirtilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan materyallerin isimleri ve kimyasal içerikleri

| Materyaller                 | İçeriği                                                                                                                                                                                                  | Firması            |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>Klorheksidin</b>         | 0,12 % klorheksidin glukonat                                                                                                                                                                             | Kloroben (Drogsan) |
| <b>Ozon</b>                 | % 95 oksijen, % 5 saf ozon                                                                                                                                                                               | Ozonette Dent      |
| <b>Propolis ekstraktı</b>   | %10 oranında saf Anadolu propolisi                                                                                                                                                                       | DAGEM              |
| <b>PROETCH</b>              | %37 fosforik asit benzalkonyum klorid                                                                                                                                                                    | Promida            |
| <b>Prime &amp; Bond® NT</b> | Aseton bazlı adeziv; di/tri-metakrilat rezinler, PENTA, nanofiller (silika), kamforokinon, stabilizatörler                                                                                               | Dentsply, Germany  |
| <b>Dyract Extra</b>         | UDMA, TEGDMA, BHT, TCB rezin trimetakrilat rezin, kamforokinon, etil-4-dimetilaminobenzoat, UV stabilizan, stronsiyum alümine sodyum florürofosfor silikat cam, StF, FeO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> | Dentsply, Germany  |



**Şekil 3-6.** %37 fosforik asit (ProEtch, Promida)



**Şekil 3-7.** Klorheksidin (Kloroben, DrogSan)



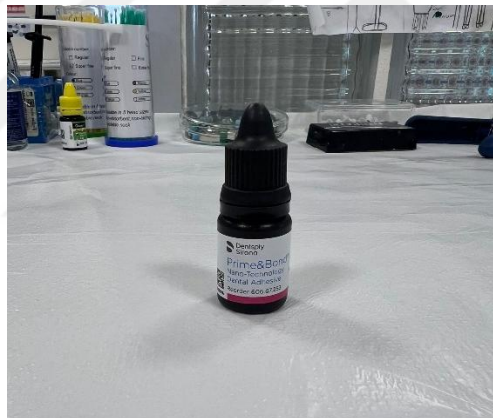
**Şekil 3-8.** Ozon (Ozonette Dent)



**Şekil 3-9.** Propolis ekstraktı



**Şekil 3-10.** Kompomer (Dyract XP)



**Şekil 3-11.** Prime & Bond® NT adezivi



**Şekil 3-12.** LED ışın cihazı (3M Model: Elipar S10)

### 3.6 Uygulama Prosedürleri

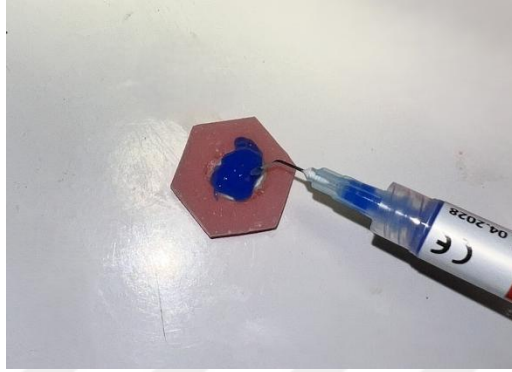
Çalışma, biri kontrol olmak üzere toplam dört gruptan oluşmaktadır. Kontrol grubunda herhangi bir kavite dezenfektanı uygulanmazken, diğer üç grupta (klorheksidin, ozonlu su ve propolis) dezenfeksiyon işlemlerinin ardından bond ve kompomer restorasyon işlemleri, üretici firmanın talimatlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Üretici önerilerine göre uygulama süreleri, ışıkla polimerizasyon adımları ve materyal miktarları standardize edilmiştir.

#### 3.6.1 Kontrol Grubu

Grup I;

Çürükten etkilenmiş dentin yüzeyi %37'lik fosforik asit jel (Protech, Promida, Türkiye) ile 15 saniye süreyle pürüzlendirildi, ardından 15 saniye su ile yıkanmış ve hava spreyi kullanılarak kurutuldu. Asit işleminden sonra dentin yüzeyine herhangi bir kavite dezenfektanı uygulanmadı. Asitleme işlemi ve dentin yüzeyinin kurutulmasını takiben dentin yüzeyine Prime & Bond® NT (Dentsply Sirona, Germany) üretici talimatlarına uygun şekilde uygulandı. Adeziv, fırça ile yüzeye nazikçe aktif olarak 20 saniye boyunca sürülerek dentin yüzeyine infiltrasyonu sağlandı. Ardından solventin uzaklaştırılması için hafif hava spreyi ile

5 saniye inceltilerek homojen bir adeziv tabakası elde edildi. Daha sonra LED ışık kaynağı ile 20 saniye süreyle polimerize edildi. Dentin yüzeyine, 3 mm çapında ve 5 mm uzunluğunda silindirik kalıplar kullanılarak poliasit modifiye kompozit rezin (Dyract Extra, Dentsply, Almanya) tabakalama tekniği ile yerleştirilmiş ve her tabaka LED ışık kaynağı ile 20 saniye süreyle polimerize edilmiştir.



**Şekil 3-13.** Kontrol grubu asitleme işlemi



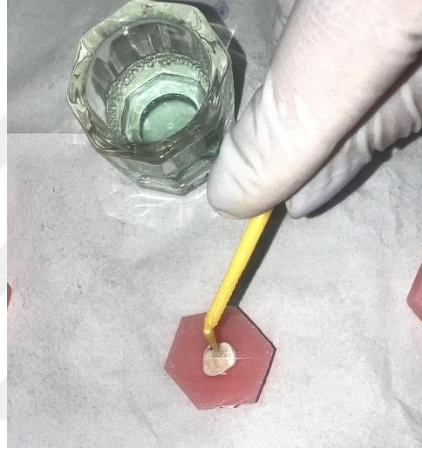
**Şekil 3-14.** Silikon kalıbın yerleştirilmesi ve kompomer uygulaması

### **3.6.2 Deney Grupları**

Grup II;

Çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine, %0.12 klorheksidin glukonat içeren kavite dezenfektanı (Kloroben, Drogan, Türkiye) bir fırça yardımıyla uygulandı. Dezenfektanın etkisi için 60 saniye beklendi ve klorheksidin fazlası hafifçe hava ile kurutuldu (Mohammadi vd., 2020). Dezenfekte edilen diş yüzeyine %37'lik fosforik asit jel (Protech, Promida, Türkiye) ile 15 saniye süreyle pürüzlendirilmiş, ardından 15 saniye su ile yıkanmış ve hava spreyi kullanılarak kurutulmuştur. Asitleme işlemi ve dentin yüzeyinin kurutulmasını takiben dentin yüzeyine Prime & Bond® NT (Dentsply Sirona, Germany) üretici talimatlarına uygun şekilde

uygulandı. Adeziv, fırça ile yüzeye nazıkçe aktif olarak 20 saniye boyunca sürülerek dentin yüzeyine infiltrasyonu sağlandı. Ardından solventin uzaklaştırılması için hafif hava spreyi ile 5 saniye inceltilerek homojen bir adeziv tabakası elde edildi. Daha sonra LED ışık kaynağı ile 20 saniye süreyle polimerize edildi. Asitlenmiş ve dezenfekte edilmiş dentin yüzeyine 3 mm çapında ve 5 mm uzunluğunda silindirik kalıplar kullanılarak poliasit modifiye kompozit rezin (Dyract Extra, Dentsply, Almanya) tabakalama tekniği ile yerleştirildi ve her tabaka LED ışık kaynağı ile 20 saniye süreyle polimerize edildi.

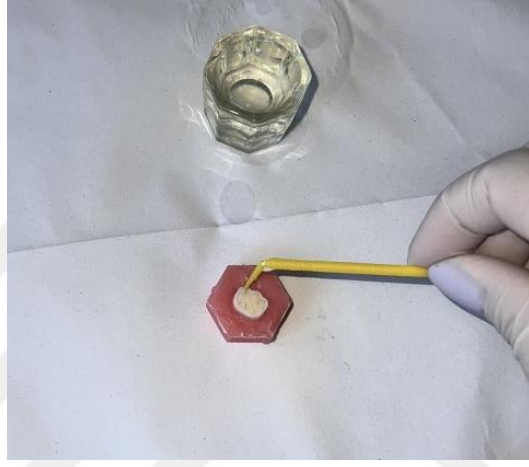


**Şekil 3-15.** Kloroben uygulaması

### Grup III;

Çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine ozonlu su, Ozonette Dent ozon jeneratörü ile 10 dakika süreyle, 30 l/h akış hızıyla, 50 µg/ml konsantrasyonda hazırlandı (Özdemir Çelik & Aslan, 2025). Hazırlanmasını takiben en geç 5 dakika içerisinde kullanılmış ve 30 saniye süreyle dentin yüzeyine bir fırça yardımıyla uygulandı (Oznurhan vd., 2015). Dezenfekte edilen diş yüzeyine %37'lik fosforik asit jel (Protech, Promida, Türkiye) ile 15 saniye süreyle pürüzlendirildi, ardından 15 saniye su ile yıkandı ve hava spreyi kullanılarak kurutuldu. Asitleme işlemi ve dentin yüzeyinin kurutulmasını takiben dentin yüzeyine Prime & Bond® NT (Dentsply Sirona, Germany) üretici talimatlarına uygun şekilde uygulandı. Adeziv, fırça ile yüzeye nazıkçe aktif olarak 20 saniye boyunca sürülerek dentin yüzeyine

infiltrasyonu sağlandı. Ardından solventin uzaklaştırılması için hafif hava spreyi ile 5 saniye inceltilerek homojen bir adeziv tabakası elde edildi. Daha sonra LED ışık kaynağı ile 20 saniye süreyle polimerize edildi. Asitlenmiş ve dezenfekte edilmiş dentin yüzeyine 3 mm çapında ve 5 mm uzunluğunda silindirik kalıplar kullanılarak poliasit modifiye kompozit rezin (Dyract Extra, Dentsply, Almanya) tabakalama tekniğı ile yerleştirildi ve her tabaka LED ışık kaynağı ile 20 saniye süreyle polimerize edildi.



**Şekil 3-16.** Ozonlu Su Uygulaması

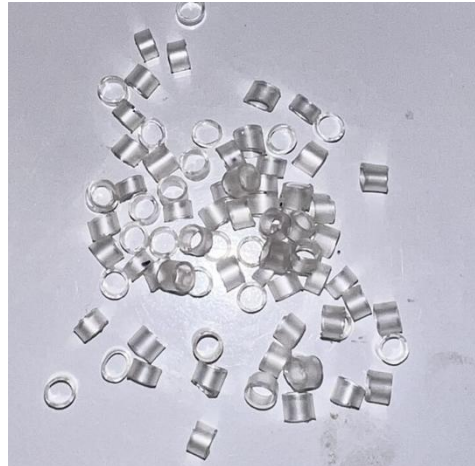
#### Grup IV;

Çürükten etkilenmiş dentin yüzeyine, propolis özütü bir fırça yardımıyla uygulandı. Dezenfektanın etkisi için 30 saniye beklendi ve fazlalık dezenfektan solüsyonu hafifçe hava ile kurutularak uzaklaştırıldı (Prabhakar vd., 2015). Dezenfekte edilen diş yüzeyine %37'lik fosforik asit jel (Protech, Promida, Türkiye) ile 15 saniye süreyle pürüzlendirildi, ardından 15 saniye su ile yıkandı ve hava spreyi kullanılarak kurutuldu. Asitleme işlemi ve dentin yüzeyinin kurutulmasını takiben dentin yüzeyine Prime & Bond® NT (Dentsply Sirona, Germany) üretici talimatlarına uygun şekilde uygulandı. Adeziv, fırça ile yüzeye nazikçe aktif olarak 20 saniye boyunca sürülerek dentin yüzeyine infiltrasyonu sağlandı. Ardından solventin uzaklaştırılması için hafif hava spreyi ile 5 saniye inceltilerek homojen bir adeziv tabakası elde edildi. Daha sonra LED ışık kaynağı ile 20 saniye süreyle polimerize edildi. Asitlenmiş ve dezenfekte edilmiş dentin yüzeyine 3 mm çapında ve 5 mm uzunluğunda silindirik kalıplar kullanılarak

poliasit modifiye kompozit rezin (Dyract Extra, Dentsply, Almanya) tabakalama tekniği ile yerleştirildi ve her tabaka LED ışık kaynağı ile 20 saniye süreyle polimerize edildi. Polimerizasyonlardan sonra plastik tüpler bistüri yardımıyla dikkatlice çıkarıldı.



**Şekil 3-17.** Propolis uygulaması



**Şekil 3-18.** 3 mm çapında ve 2 mm uzunluğunda silindirik kalıplar



**Şekil 3-19.** Kompomer uygulaması sonrası diş örneği

**Tablo 2.** Çalışma grupları ve uygulamalar

| Gruplar |           | Uygulamalar |             |
|---------|-----------|-------------|-------------|
| I       |           | ProEtch     | Dyractextra |
| II      | Kloroben  | ProEtch     | Dyractextra |
| III     | Ozonlu su | ProEtch     | Dyractextra |
| IV      | Propolis  | ProEtch     | Dyractextra |

### 3.7 Termal siklus aşaması

Her gruba ait örnekler bir elektronik termal siklus aleti (Lua, İstanbul, Türkiye) (Şekil 3-20) ile 10.000 sayıda termal siklusa maruz bırakıldı (5-55°C ( $\pm$  2°C), 30 sn. uygulama zamanı). Termal siklus sırasında örnekler sıra ile 5°C, oda ısısı ve 55° C deki su banyolarında 30’ ar saniye bekleyecek şekilde cihaz ayarlandı.



**Şekil 3-20.** Termal siklus cihazı (Lua, İstanbul, Türkiye)

### **3.8 Makaslama Bağlanma Dayanımı**

#### **3.8.1 Testi ve Kırılma Modlarının Değerlendirilmesi**

Makaslama bağlanma dayanımı ölçümleri, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi AR-GE Laboratuvarı'nda bulunan Shimadzu marka universal test cihazı (Shimadzu, Japonya) (Şekil 3-21) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kesme kuvveti, adeziv arayüze yerleştirilen keski biçimindeki yükleme aparatı aracılığıyla 1 mm/dakika hızla uygulanmıştır. Örneklerin diş yüzeyinden ayrılması sırasında uygulanan kuvvet Newton (N) cinsinden kaydedilmiştir. Elde edilen kuvvet değerleri, örneklerin yüzey alanına bölünerek megapascal (MPa) cinsinden hesaplanmış ve kayıt altına alınmıştır. Makaslama bağlanma dayanımı (MPa) =  $\text{Yük (N)} / \text{Alan (mm}^2\text{)}$  kompomer rezin örneklerin universal test cihazına yerleştirilmiş görüntüsü Şekil 3-22 'de sunulmuştur.



**Şekil 3-21.** Makaslama test cihazı (Shimadzu, Japonya)



**Şekil 3-22.** Örneklerin test cihazına konumlandırılması

Makaslama bağlanma dayanımı testinin tamamlanmasının ardından, tüm numunelerin dentin yüzeyleri ile silindirik kompomer blokların ayrılan

yüzeylerinin mikro morfolojik değerlendirmesi için stereomikroskop Nikon SMZ800N (Nikon Corporation, Tokyo, Japonya) kullanılmıştır (Şekil 3-23). Yapılan incelemeler sonucunda kırılma tipleri; yalnızca adeziv arayüzde gözlenen ayrılmalar adeziv tip, yalnızca materyal içerisinde meydana gelen ayrılmalar koheziv tip hem adeziv arayüz hem de materyal içinde birlikte izlenen ayrılmalar ise mikst tip olacak şekilde sınıflandırılmıştır (Tablo 3).



**Şekil 3-23.** Nikon SMZ800N (Nikon Corporation, Japonya)

**Tablo 3.** Kırılma Tipleri

| Kırılma Tipi   | Tanımı                                                                  |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Adeziv</b>  | Ayrılmamanın yalnızca adeziv arayüzde gerçekleştiği kırılmalar          |
| <b>Koheziv</b> | Ayrılmamanın yalnızca materyal içerisinde meydana geldiği kırılmalar    |
| <b>Mikst</b>   | Hem adeziv arayüzde hem de materyal içinde birlikte gözlenen kırılmalar |

### 3.9 İstatistiksel Analiz

Sürekli değişkenler için normallik koşulu Shapiro-Wilk testi ile kontrol edildi. Normal dağılmayan veriler Kruskal Wallis testi (Post-Hoc: Bonferroni düzeltmeli Dunn testi) ile karşılaştırıldı. İki kategorik değişken arasındaki ilişkiye Fisher's Exact test ile bakıldı. Tüm analizler için istatistiksel yazılım SPSS version 23 (SPSS Inc., Armonk, NY) kullanıldı. Anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak belirlendi.



## 4. BULGULAR

### 4.1 Makaslama Bağlanma Dayanımı Bulguları

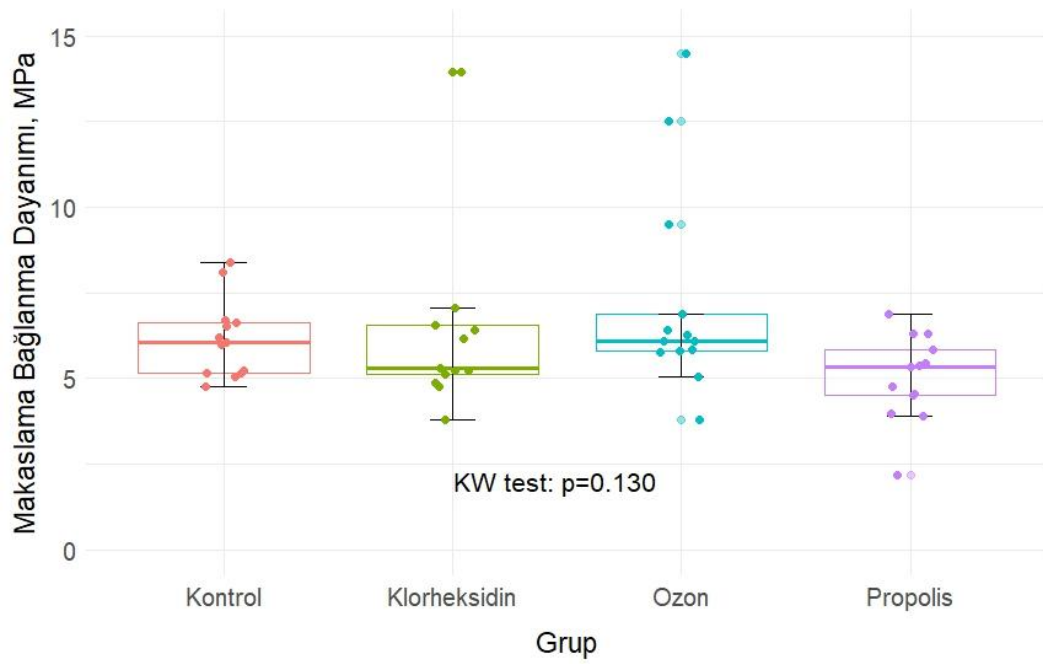
Çalışmada, kontrol, klorheksidin, ozon ve propolis olmak üzere toplam dört çalışma grubunun her birinde 13 örnek yer almaktaydı. Çalışma gruplarına göre makaslama bağlanma dayanımı, MPa değerleri incelendi ve elde edilen sonuçlara Tablo 4’te yer verildi.

**Tablo 4.** Çalışma gruplarına göre makaslama bağlanma dayanımı MPa

|                    | Kontrol          | Klorheksidin     | Ozon             | Propolis         | X <sup>2</sup> | p     |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|-------|
| <b>MPa</b>         |                  |                  |                  |                  | 5,66           | 0,130 |
| <b>Ortalama±ss</b> | 6,14±1,13        | 6,79±3,29        | 7,26±3,06        | 5,03±1,25        |                |       |
| <b>Medyan (ÇA)</b> | 6,05 (5,16-6,66) | 5,30 (4,98-6,80) | 6,09 (5,78-8,18) | 5,33 (4,24-6,07) |                |       |
| <b>Min-Maks</b>    | 4,76-8,38        | 3,77-13,95       | 3,80-14,47       | 2,18-6,89        |                |       |

Kruskal Wallis test.

Makaslama bağlanma dayanımı, MPa değerleri incelendiğinde, tüm çalışma gruplarında benzer sonuçlar elde edildiği görüldü ( $X^2=5,66$ ,  $p=0,130$ ). MPa medyan değerleri kontrol grubunda 6,05 (5,16-6,66) olarak elde edilirken klorheksidin grubunda 5,30 (4,98-6,80), ozon grubunda 6,09 (5,78-8,18) ve propolis grubunda 5,33 (4,24-6,07) olarak bulundu. Şekil 4-1’de çalışma gruplarına göre MPa değerlerine ilişkin grafik gösterilmektedir.



**Şekil 4-1.** Gruplara göre makaslama bağlanma dayanımı

## 4.2 Kırılma Tiplerinin İncelemesi

Makaslama bağlanma dayanımı testi sonrası stereomikroskop altında kırık yüzeyler incelendi ve “adeziv, koheziv, miks kırık olmak üzere üç tipte sınıflandırıldı (Şekil 4-2). Meydana gelen kırık tiplerinin gruplara göre incelemesine Tablo 5’te yer verildi.

**Tablo 5.** Çalışma gruplarına göre kırılma tiplerinin incelemesi

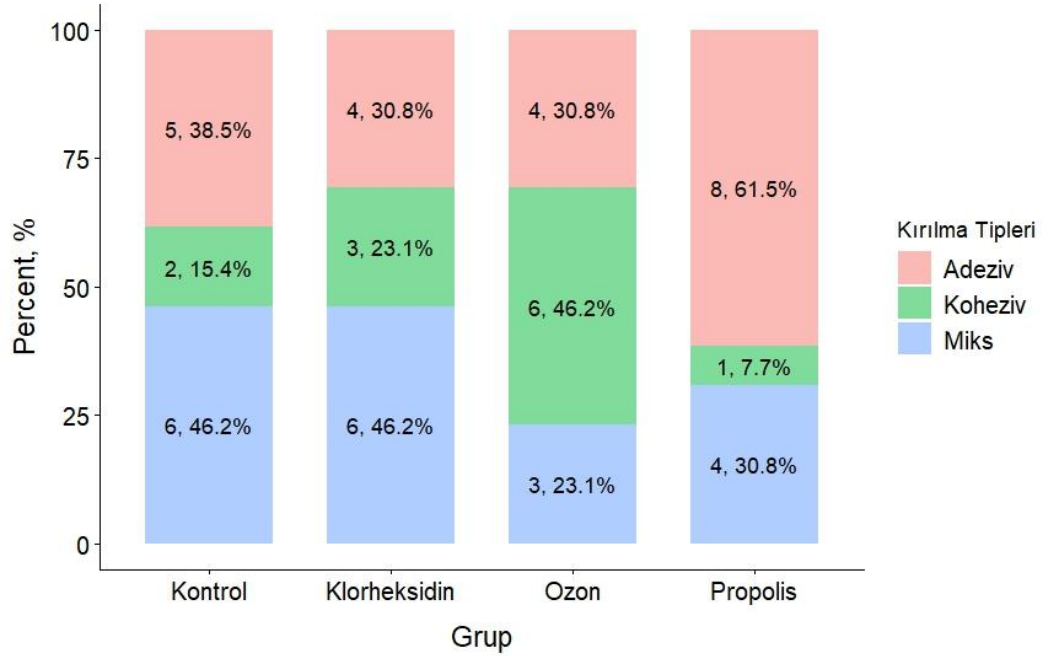
|                        | Kontrol   | Klorheksidin | Ozon      | Propolis  | X <sup>2</sup> | p     |
|------------------------|-----------|--------------|-----------|-----------|----------------|-------|
| <b>Kırılma tipleri</b> |           |              |           |           | 9,27           | 0,297 |
| <b>Adeziv</b>          | 5 (38,46) | 4 (30,77)    | 4 (30,77) | 8 (61,54) |                |       |
| <b>Koheziv</b>         | 2 (15,38) | 3 (23,08)    | 6 (46,15) | 1 (7,69)  |                |       |
| <b>Miks</b>            | 6 (46,15) | 6 (46,15)    | 3 (23,08) | 4 (30,77) |                |       |

Fisher’s Exact test.



**Şekil 4-2.** Çalışmamızda gözlenen kırık tipleri  
(A) Adeziv kırık, (B) Koheziv kırık, (C) Mikst kırık.

Kırılma tipleri için yapılan incelemede, adeziv koheziv ve miks kırılma tiplerinin tüm çalışma gruplarında benzer oranlarda dağıldığı görüldü ( $X^2=9,27$ ,  $p=0,297$ ). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, en yüksek adeziv kırık oranı propolis grubunda (%61,54), en yüksek koheziv kırık oranı ozon grubunda (%46,15) ve en yüksek miks kırık oranı ise kontrol ve klorheksidin gruplarında (%46,15) görüldü. Şekil 4.3'te gruplara göre kırılma tiplerinin dağılımları gösterilmektedir.



**Şekil 4-3.** Gruplara göre kırılma tiplerinin dağılımı

Tüm örnekler üzerinde yapılan incelemede, adeziv kırılmada MPa değerlerinin diğer kırılma tiplerinden anlamlı derecede daha düşük olduğu görüldü

( $X^2=23,49$ ,  $p<0,001$ ). Adeziv kırılmada medyan MPa değeri 5,04 (4,24-5,41) iken koheziv ve miks tipi kırılmalarda sırasıyla; 6,71 (6,15-8,31) ve 6,18 (5,24-6,70) olarak elde edildi (Şekil 4-3).

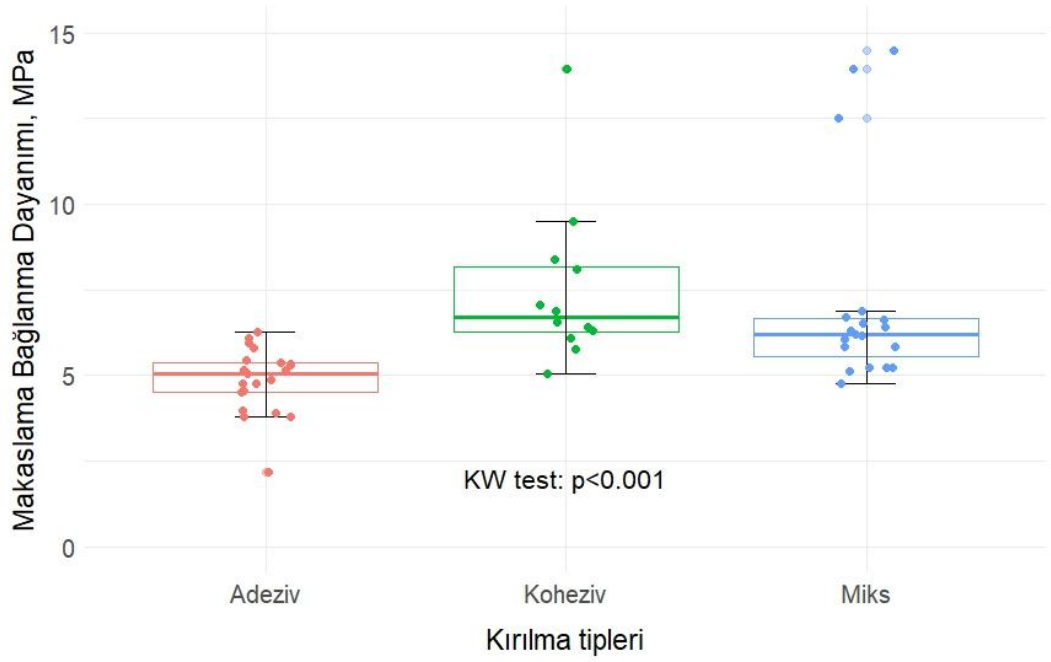
**Tablo 6.** Çalışma gruplarında kırılma tiplerine göre MPa değerlerinin incelemesi

|                 | Kırılma tipleri | n  | Ort. $\pm$ ss    | MPa                           |            |       | X <sup>2</sup> /Z | p      |
|-----------------|-----------------|----|------------------|-------------------------------|------------|-------|-------------------|--------|
|                 |                 |    |                  | Medyan (ÇA)                   | Min-Maks   |       |                   |        |
|                 | Adeziv          | 21 | 4,86 $\pm$ 0,96  | 5,04 (4,24-5,41) <sup>a</sup> | 2,18-6,28  | 23,49 |                   | <0,001 |
| <b>Total</b>    | Koheziv         | 12 | 7,50 $\pm$ 2,37  | 6,71 (6,15-8,31) <sup>b</sup> | 5,03-13,95 |       |                   |        |
|                 | Miks            | 19 | 7,16 $\pm$ 2,96  | 6,18 (5,24-6,70) <sup>b</sup> | 4,77-14,47 |       |                   |        |
|                 | Adeziv          | 5  | 5,22 $\pm$ 0,45  | 5,15 (4,90-5,56)              | 4,76-5,96  | 2,56  |                   | 0,009  |
| <b>Kontrol</b>  | Koheziv *       | 2  | 8,24 $\pm$ 0,20  | 8,24 (8,10-8,38)              | 8,10-8,38  |       |                   |        |
|                 | Miks            | 6  | 6,22 $\pm$ 0,54  | 6,35 (5,85-6,64)              | 5,24-6,70  |       |                   |        |
|                 | Adeziv          | 4  | 4,68 $\pm$ 0,64  | 4,81 (4,02-5,19)              | 3,77-5,30  | 1,92  |                   | 0,067  |
| <b>CHX</b>      | Koheziv *       | 3  | 9,18 $\pm$ 4,13  | 7,06 (6,54-13,95)             | 6,54-13,95 |       |                   |        |
|                 | Miks            | 6  | 7,01 $\pm$ 3,44  | 5,70 (5,19-8,29)              | 5,10-13,95 |       |                   |        |
|                 | Adeziv          | 4  | 5,49 $\pm$ 1,15  | 5,94 (4,30-6,23)              | 3,80-6,28  | 1,07  |                   | 0,352  |
| <b>Ozon</b>     | Koheziv         | 6  | 6,61 $\pm$ 1,54  | 6,25 (5,57-7,53)              | 5,03-9,49  |       |                   |        |
|                 | Miks*           | 3  | 10,94 $\pm$ 4,52 | 12,51(5,85-14,47)             | 5,85-14,47 |       |                   |        |
|                 | Adeziv          | 8  | 4,41 $\pm$ 1,09  | 4,53 (3,92-5,36)              | 2,18-5,44  | 2,21  |                   | 0,028  |
| <b>Propolis</b> | Koheziv *       | 1  | 6,31 $\pm$ 0,00  | 6,31 (6,31-6,31)              | 6,31-6,31  |       |                   |        |
|                 | Miks            | 4  | 5,95 $\pm$ 0,89  | 6,07 (5,04-6,74)              | 4,77-6,89  |       |                   |        |

Kruskal Wallis test, <sup>a</sup>, <sup>b</sup>: Farklı harflerle işaretlenmiş gruplar arasında Post-Hoc Bonferroni düzeltilmeli Dunn test sonucunda anlamlı fark olduğunu ifade etmektedir,  $p<0,05$ . \*: Örnek sayısının yetersizliğinden analize dahil edilmedi.

Her bir grup içinde kırılma tiplerine göre MPa değerleri incelendi (Tablo 6) (Şekil 4-4). Kontrol, klorheksidin ve propolis gruplarında koheziv tipi kırılma ve ozon grubunda miks tipi kırılma sıklığı analiz için yeterli olmadığından analiz

dışında bırakıldı. Yapılan incelemede, kontrol ve propolis gruplarında adeziv tipi kırılmada mikst tipine göre anlamlı derecede daha düşük MPa değerlerinin elde edildiği sonucuna ulaşıldı (Kontrol:  $Z=2,56$ ,  $p=0,009$ ; Propolis:  $Z=2,21$ ,  $p=0,028$ ). Klorheksidin grubunda da adeziv kırılmada daha düşük MPa değerleri elde edilmekle birlikte aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $Z=1,92$ ,  $p=0,067$ ). Ozon grubunda adeziv ve koheziv kırılma tipleri arasında yapılan karşılaştırmada, MPa değerlerinin benzer düzeyde oldukları görüldü ( $Z=1,07$ ,  $p=0,352$ ).



**Şekil 4-4.** Kırılma tiplerine göre makaslama bağlanma dayanımı

## 5. TARTIŞMA

Bu tez çalışması, süt dişlerinde klorheksidin, ozonlu su ve propolis ajanlarının kompomer restorasyonların bağlanma dayanımı üzerindeki etkilerini inceleyen karşılaştırmalı bir in vitro araştırmadır.

Çalışmanın sıfır hipotezi ( $H_0$ ), klorheksidin, ozonlu su ve propolisin kavite dezenfektanı olarak uygulanmasının, kompomer materyalinin süt dişi dentinine bağlanma dayanımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı yönündedir. Bu bağlamda ajanların seçiminde hem klinik etkinliği kanıtlanmış dezenfektanların hem de biyolojik kökenli alternatiflerin karşılaştırılmasına olanak tanıyan bir yaklaşım benimsenmiştir.

Bu tez çalışmasında yapılan analizler sonucunda, klorheksidin, ozonlu su ve propolis uygulanan süt dişlerinde kompomer materyalinin dentine bağlanma dayanımının kontrol grubuyla karşılaştırıldığında benzer düzeylerde olduğu belirlenmiştir. Tüm çalışma gruplarında elde edilen makaslama bağlanma dayanımı değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği görülmüş; böylece dezenfektan uygulamasının kompomer bağlanmasına olumsuz veya artırıcı bir etkisinin olmadığı ortaya konmuştur.

Kırılma tipleri incelendiğinde, adeziv, koheziv ve mikst kırılmaların tüm gruplarda benzer oranlarda dağıldığı gözlenmiştir. Bu bulgu, yüzey ön işlemlerinin bağlanma mekanizmasını anlamlı biçimde değiştirmede desteklemektedir.

Elde edilen tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, klorheksidin, ozonlu su ve propolis uygulamasının kompomer restorasyonların bağlanma davranışını kontrol grubundan farklı bir şekilde etkilemediği belirlenmiş ve böylece çalışmanın sıfır hipotezi kabul edilmiştir.

Son yıllarda diş hekimliğinde minimal invaziv yaklaşım anlayışının benimsenmesi, çürük dokunun mümkün olduğunca korunarak sağlıklı diş dokularının kaybının azaltılmasına olanak tanımıştır. Bu yaklaşımla birlikte, diş dokularına mikro mekanik ve kimyasal bağlanma sağlayan rezin esaslı restoratif materyallerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Özellikle çocuk diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilen poliasit-modifiye kompozit rezin (kompomer) materyaller, estetik ve fiziksel özellikleri sayesinde önemli bir alternatif oluştursa da süt dişlerinin morfolojik ve histolojik farklılıkları nedeniyle adeziv sistemlerle yeterli bağlanma

her zaman sağlanamamaktadır (Chisini vd., 2018; Waggoner, 2015). Bağlanma başarısızlığı sonucu rezidüel bakterilerin kavite içinde canlı kalması veya bağlanma arayüzünden mikro sızıntı ile bakteriyel penetrasyon gerçekleşmesi, sekonder çürüklerin gelişimine zemin hazırlayarak restorasyonun uzun dönem başarısını olumsuz etkilemektedir (Arslan & Baygın, 2016; El-Housseiny & Jamjoum, 2001; Franzon vd., 2015).

Kavite preparasyonu sonrasında dentin tübülleri içinde canlı mikroorganizmaların varlığı devam edebilmekte ve bu mikroorganizmalar restorasyon sonrası marjinal bölgelerde sekonder çürük oluşumuna neden olabilmektedir (Leung vd., 1980; Palaz & Olmez, 2021). Sekonder çürük oluşumu, restorasyon altındaki veya çevresindeki rezidüel bakterilerin varlığıyla doğrudan ilişkilidir (Brambilla & Ionescu, 2021; Elgezawi vd., 2022). Ayrıca S. mutans, Lactobacillus acidophilus ve Enterococcus faecalis gibi bakteriler pulpaya kadar ulaşarak hem bağlanma arayüzünde enzimatik yıkıma hem de postoperatif hassasiyetlere yol açabilmektedir (Jafer vd., 2022). Süt dişlerinin dentin yapısı ve daha yüksek geçirgenliği nedeniyle kavite dezenfeksiyonu, özellikle çocuk hastalarda klinik açıdan büyük önem taşımaktadır. Bu özellikler, kavite dezenfeksiyonunu restoratif tedavilerin ayrılmaz bir basamağı hâline getirmiştir. (Bakır vd., 2022).

Kavite dezenfektanları, rezidüel bakterileri elimine etmenin yanı sıra, uygulanacak restorasyonun bağlanma başarısını da olumsuz yönde etkilememelidir. Kavite dezenfektanlarının temel amacı; preparasyon sonrasında kavite duvarlarında kalabilecek rezidüel bakterileri ortadan kaldırmakla birlikte, bu işlemi adeziv restorasyonların yapısal bütünlüğünü ve bağlanma dayanımını olumsuz etkilemeden gerçekleştirmektir (Brännström, 1987). Kavite dezenfeksiyonu, yalnızca antimikrobiyal temizlik sağlaması açısından değil, aynı zamanda hibrit tabaka stabilitesinin korunmasında da önemli bir role sahiptir (Palaz & Olmez, 2021). Ancak, dezenfektan ajanların kimyasal özellikleri, bağlayıcı sistemlerle etkileşime girerek adeziv tabaka bütünlüğünü olumsuz etkileyebilmekte veya polimerizasyonu zayıflatabilmektedir (Coelho vd., 2021; Kaptan & Hurmuzlu, 2021). Bu doğrultuda, kavite dezenfektanlarının antibakteriyel etkinlik ile bağlanma dayanımı arasında uygun bir denge kurulabilmesi, restoratif tedavilerin uzun dönem başarısı açısından kritik bir gerekliliktir. Bu durum, literatürde kavite

dezenfektanlarının bağlanma dayanımı üzerindeki etkilerinin yoğun biçimde araştırılmasına yol açmıştır (Bektaş, 2023; Palaz & Olmez, 2021; Vidal vd., 2025).

Literatürdeki çalışmaların büyük çoğunluğu, kavite dezenfektanlarının adeziv sistemlerle etkileşimini daimî dişler üzerinde incelemiştir (Bin-Shuwaish, 2016). Çoğu araştırma yalnızca daimî dişler üzerinde yürütülmüş (Güneş vd., 2014) veya tek bir ajanın kısa dönem etkilerine odaklanmıştır (Alaghehmad vd., 2018). Ancak süt dişlerinin dentin yapısı, tübül yoğunluğu, mineral içeriği ve kollajen düzeni bakımından daimî dişlerden anlamlı şekilde farklıdır; bu nedenle mevcut bilgilerin doğrudan genellenmesi mümkün değildir (Coelho vd., 2021).

Süt dişlerinin anatomik ve histolojik yapısı, daimî dişlerden farklı özellikler göstermekte olup; dentin tübül yoğunluğu, tübül çapı ve organik içerik oranı daha yüksek olduğu için bağlanma süreçleri bu dişlerde daha karmaşık bir hal almaktadır (Coelho vd., 2021). Bu nedenle, süt dişi dentininde adeziv sistemlerin etkinliğini ve restorasyonların uzun dönem başarısını etkileyen faktörlerin ayrıntılı olarak incelenmesi çocuk diş hekimliği açısından klinik önem taşımaktadır.

Çocuk diş hekimliğinde, kavite preparasyonu sonrası kalan bakterilerin elimine edilmesi ve sekonder çürük oluşumunun önlenmesi amacıyla farklı kavite dezenfektanları kullanılmaktadır (Bektaş, 2023; Coelho vd., 2021).

Literatürde bu amaçla en sık kullanılan kimyasal dezenfektanlar arasında klorheksidin (CHX), sodyum hipoklorit (NaOCl), etanol, benzalkonyum klorür ve hidrojen peroksit yer almaktadır (Bektaş, 2023; Bin-Shuwaish, 2016; Palaz & Olmez, 2021). Kimyasal kavite dezenfektanlarının uzun süreli kullanımında ortaya çıkabilen toksisite, renkleşme, tat değişikliği ve biyoyumluluk sorunları, araştırmacıları daha güvenli ve doğal alternatiflerin geliştirilmesine yönlendirmiştir (Chhina vd., 2016).

Son yıllarda, biyolojik ve bitkisel içerikli ajanların diş hekimliğinde kullanımı giderek daha fazla önem kazanmıştır (Patri, 2017). Bu artan ilgi doğrultusunda; aloe vera, meyan kökü ekstresi (*Glycyrrhiza glabra*), yeşil çay, propolis ve chitosan gibi biyoyumlu ve doğal ürünlerin antimikrobiyal etkileri ile dentin bağlanması üzerindeki olası etkileri üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Chhina vd., 2016; Goel vd., 2019; Patri, 2017; Prabhakar vd., 2015; Yazan, 2022).

Klorheksidin ve ozonun etkinliği literatürde kanıtlanmış dezenfektanlar olması nedeniyle, bu çalışmada söz konusu ajanlar doğal bir ürün olan propolis ile karşılaştırılarak potansiyel bir alternatifin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu

yaklaşım, doğal içerikli ajanların klinik kullanıma uygun alternatifler olarak değerlendirilebilmesi açısından da önem taşımaktadır. Literatürde, klorheksidin, ozon ve propolis gibi kavite dezenfektanlarının tek başına veya farklı kombinasyonlar halinde değerlendirildiği çok sayıda çalışma bulunmasına karşın, bu üç ajanın süt dişi dentininde aynı çalışma içerisinde doğrudan karşılaştırıldığı araştırmalar oldukça sınırlıdır.

Klorheksidin, diş hekimliğinde uzun süredir kullanılan bir kavite dezenfektanıdır ve literatürde dentin bağlanma dayanımını olumsuz etkilemeden antimikrobiyal etkinlik sağladığı gösterilmiştir (Ersin vd., 2009). Özellikle *S. mutans* ve *L. acidophilus* üzerinde geniş spektrumlu etki gösteren ve dentin yüzeyinde rezidüel aktivite sağlayan bir kavite dezenfektanıdır ve %0.12–2 arası konsantrasyonlarda kullanıldığında bakteriyel kontaminasyonu azaltırken bağlanma dayanımını genellikle olumsuz etkilemediği bildirilmiştir (Coelho vd., 2021; Emilson, 1994; Palaz & Olmez, 2021). Bu güçlü antimikrobiyal etkisi nedeniyle CHX, restoratif işlemlerde uzun yıllardır güvenilir bir kavite dezenfektanı olarak tercih edilmektedir.

CHX'in bu koruyucu etkisi, içeriğinde yer alan biguanid yapısının bakteriyel membran fosfolipidleriyle etkileşime girerek hücre duvarını bozan ve *Streptococcus mutans* gibi mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyen mekanizmasıyla açıklanabilir (Bakır vd., 2022). Antimikrobiyal etkinliğine ek olarak, CHX'in dentin yapısında yapısal koruma sağlayan biyokimyasal etkileri de bulunmaktadır. CHX, dentin matriksindeki metalloproteinaz enzimlerini inhibe ederek kolajen yıkımını azaltır ve böylece hibrit tabaka stabilitesini uzun süre korumaktadır (Zhang vd., 2020).

Etkili antimikrobiyal spektrumu, geniş kabul görmüş güvenlik profili ve matriks metalloproteinaz (MMP) inhibitörü özelliği ile kollajen liflerini koruyarak hibrit tabaka stabilitesini artırdığı bilinmektedir (Alaghehmad vd., 2018; Elkassas vd., 2014; Meiers & Kresin, 1996; Zhang vd., 2020). Ayrıca yapılan sistematik derleme ve meta-analizlerde de CHX'in MMP inhibitörü etkisi sayesinde kollajen yıkımını azaltarak hibrit tabakanın dayanıklılığını koruduğu vurgulanmıştır (Bin-Shuwaish, 2016; Zhang vd., 2020). Randomize kontrollü bir klinik çalışmada süt dişi dentininin tübül yoğunluğunun fazla, mineral içeriğinin az olduğu ve bu nedenle asitleme sonrası açığa çıkan kollajen fibrillerin korunmasının özellikle önemli olduğu bildirilmiştir (Matar vd., 2021). Klorheksidin, dentin yüzeyinde

bulunan MMP enzimlerini inhibe ederek hibrid tabakanın zamanla bozulmasını engeller. Bu enzimler, asitleme sonrası açığa çıkan kollajen fibrillerin hidrolitik yıkımına neden olur. CHX düşük konsantrasyonlarda bile bu süreci yavaşlatır veya durdurur (Mazzoni vd., 2015; Zhang vd., 2020). Bu özellik, CHX'in yalnızca antimikrobiyal değil, aynı zamanda hibrit tabaka stabilitesini koruyan yapısal bir koruyucu olarak da değerlendirilmesini sağlamaktadır.

Literatürde hem daimî hem de süt dişlerinde CHX'in dentin bağlanma dayanımını anlamlı şekilde azaltmadığı, aksine bazı durumlarda uzun dönem dayanımı koruduğu bu nedenle klinik açıdan güvenilir ve standardize bir ajan olduğu bildirilmiştir (Coelho vd., 2021; Matar vd., 2021; Suma, 2017).

Bu nedenle, çalışmamızda CHX hem güçlü antimikrobiyal etkinliği hem de dentin kollajen liflerini koruyarak hibrit tabakanın stabilitesini artıran MMP inhibitörü özelliği nedeniyle tercih edilmiştir.

Literatürde farklı CHX konsantrasyonları kullanılmakla birlikte, çalışmada %0.12 CHX konsantrasyonu seçilmiştir çünkü bu değer bağlanma dayanımını olumsuz etkilemeden antimikrobiyal etki sağladığı bildirilmiştir. Daha yüksek konsantrasyonlarının (örneğin %1–2) dentin yüzeyinde kollajen yapıda bozulmaya ve sitotoksositeye yol açabileceği, özellikle %2'lik çözeltilerde odontoblast-benzeri hücrelerde protein sentezinde azalma ve yüzey morfolojisinde bozulma belirtilmiştir (Campos, Lessa, vd., 2009). Sharma ve ark.'(2009) da self etch sistemlerden önce uygulanan %2 CHX'in bağlanma dayanımını düşürdüğü, konsantrasyonu %1'e düşürülmesiyle bağlanma kuvvetlerinin yeniden arttığını rapor etmiştir.

Alaghehmad ve ark.(2018), %0.12 CHX'in 30 saniyelik uygulamasının bağlanma dayanımında anlamlı bir düşüş neden oluşturmadığını belirtmiştir. Bu bulgular, düşük konsantrasyonlu CHX'in adeziv bağlanmayı koruyarak etkili dezenfeksiyon sağlayabileceğini desteklemektedir.

Bu nedenle çalışmada, yeterli antimikrobiyal etki sunarken bağlanma dayanımını olumsuz etkilemeyen, düşük toksisite ve yüksek biyouyumluluk profiline sahip %0.12 CHX konsantrasyonu kullanılmıştır.

Çalışmalarda CHX'in 30–60 saniye aralığında uygulanmasının yeterli olduğu, daha uzun süren temasın bağlanma dayanımına ek fayda sağlamadığı bildirilmiştir. Örneğin Campos ve arkadaşlarının (2009) çalışmasında uygulama süresinin uzatılmasının anlamlı fark yaratmadığı, bağlanma dayanımındaki

değişimlerin çoğunlukla konsantrasyona bağlı olduğu belirtilmesinin yanında 60 saniyelik CHX uygulamasının en az toksisiteye sebep olan uygulama süresi olduğunu belirtmişlerdir. Ricci ve ark. (2010) da süt ve daimî dişleri karşılaştırdıkları bir çalışmada uygulama süresini 60 sn olarak belirlemişlerdir. Literatürde önerilen uygulama süreleri doğrultusunda, çalışmamızda CHX uygulaması 60 saniye olarak standartlaştırılmıştır.

Ozon, üç oksijen atomundan oluşan ( $O_3$ ) kısa ömürlü bir moleküldür ve diş hekimliğinde uzun süredir antibakteriyel, antifungal, antiviral ve oksidatif özellikleriyle kullanılmaktadır (Xue vd., 2023). Son yıllarda minimal invaziv diş hekimliği yaklaşımının bir parçası olarak, kimyasal ajanlara alternatif oksidatif bir dezenfektan olarak öne çıkmaktadır (Ünlü vd., 2023). Ozon, oksidatif mekanizması sayesinde bakteriyel hücre membranındaki lipit tabakayı okside eder, enzim sistemlerini inaktive eder ve biyofilm tabakasını ortadan kaldırır (Coelho vd., 2021). Bu güçlü oksidatif mekanizma, bakteriyel kontaminasyonu ortadan kaldırırken dokulara zarar vermeden etkili dezenfeksiyon sağlaması nedeniyle özellikle çocuk hastalarda güvenli bir seçenek olarak değerlendirilmektedir (Sari, 2022; Ünlü vd., 2023). Ozon, bakteriyel hücre duvarlarını oksidatif yolla parçalayarak hücre içi metabolizmayı bozar ve mikrobiyal biyofilmleri etkin şekilde ortadan kaldırır (Coelho vd., 2021; Güneş vd., 2014). Ayrıca ozon, MMP aktivitesini dolaylı olarak azaltarak dentin organik matriksinin korunmasına yardımcı olur ve restoratif materyalin hibrit tabaka içine daha etkin infiltrasyonuna olanak sağlar (Al Shamsi vd., 2008; Cehreli vd., 2010; Prabhakar vd., 2019; Schmidlin vd., 2005).

Ozon; gaz, ozonlu su ve ozon yağı gibi çeşitli formlarda uygulanabilmekte olup, bu üç form klinikte en yaygın kullanılan seçeneklerdir (Saini, 2011). Ozon gazı yüksek antimikrobiyal potansiyele sahip olmasına rağmen, doz kontrolündeki güçlükler ve kısa yarı ömrü nedeniyle klinik uygulamalarda stabilitesinin sınırlı olduğu bildirilmiştir (Coelho vd., 2021; Özdemir Çelik & Aslan, 2025; Prabhakar vd., 2015). Ayrıca gaz formunun inhalasyon yoluyla solunum yollarında toksik etkilere neden olabilmesi, klinik kullanımı açısından önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır (Naik vd., 2016). Bu nedenle, ozonun su formundaki kullanımı daha güvenli, kontrollü ve operatör dostu bir alternatif olarak ön plana çıkmaktadır. Ozonlu su hem toksisite riskinin düşük olması hem de uygulama kolaylığı nedeniyle özellikle pedodontide tercih edilmektedir (Prabhakar vd., 2019). Gaz

formuna kıyasla daha stabil olup dentin yüzeyinde kalıntı bırakmadan kısa sürede (yaklaşık 30 saniyede) yüksek antimikrobiyal etki oluşturur ve hücre toksisitesi anlamlı derecede düşüktür (Prabhakar vd., 2019).

Literatürde, ozonlu suyun süt dişi dentininde mikrosızıntıyı azalttığı ve bağlanma dayanımını olumsuz etkilemediği rapor edilmiştir (Celiberti vd., 2006; Dukić vd., 2009; Güneş vd., 2014; Marchesi vd., 2012).

Ozonlu suyun en önemli avantajlarından biri, hücre toksisitesinin düşüklüğü ve biyolojik sistemlerde hızlı oksijen dönüşümüdür. Ozon uygulaması sonrası kısa sürede serbest oksijen moleküllerine dönüşmesi, dentin dokusunda rezidüel etki bırakmadan dezenfeksiyon sağlar (Xue vd., 2023). Ayrıca Dähnhardt ve ark. tarafından (2006) dental fobisi olan çocuklarda diş çürüklerinin tedavisinde ozonun etkinliği üzerine yapılan sekiz aylık bir çalışmada, ozonla tedavi edilen çocuklarda diş tedavilerine karşı korku seviyelerinde azalma bulunmuştur. Bu yönüyle, biyolojik temelli kavite dezenfektanları arasında en güvenli seçeneklerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada ozonlu suyun kavite dezenfektanı olarak tercih edilmesinin nedeni, güçlü oksidatif etkisine karşın düşük toksisiteye sahip, biyouyumlu ve çocuk hastalarda güvenle uygulanabilir bir ajan olmasıdır.

Bu çalışmada kullanılan ozonlanmış su, Ozonette Dent (İspanya) cihazı ile hazırlanmıştır. Ozon uygulaması için 50 µg/mL konsantrasyon tercih edilmiştir. Bu doz, Ozonette Dent cihazı için literatürde bildirilen antibakteriyel etkinlik aralığı olan 40–80 µg/mL değerleriyle uyumludur (Johansson vd., 2009). Ayrıca, Özdemir Çelik ve Aslan (2025) tarafından yürütülen çalışmada da aynı cihaz (Ozonette Dent) kullanılarak 50 µg/mL ozon konsantrasyonunun restoratif materyallerin yüzey özellikleri üzerinde güvenli biçimde uygulanabildiği bildirilmiştir.

Literatürde ozonun dentin yüzeyine etkisi konusunda farklı bulgular yer almakla birlikte, ozonlu su formu ile yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu bağlanma dayanımını olumsuz etkilemediğini göstermektedir (Cangul vd., 2020; Perote vd., 2022; Prabhakar vd., 2019). Prabhakar ve ark. (2019) süt dişi dentininde ozonlanmış su uygulamasının rezin modifiye cam iyonmer simanın bağlanma dayanımı üzerinde anlamlı fark oluşturmadığını; ayrıca ozon ve klorheksidinin mikrosızıntı açısından benzer sonuçlar verdiğini, ancak ozonun daha hızlı bir şekilde etki ettiğini bildirmiştir. Benzer şekilde Güneş ve ark. (2014) ozonun klorheksidine benzer mikro sızıntı sonuçları verdiğini ve ozonun antibakteriyel etkinliğinin kısa sürede ortaya çıktığını bildirmiştir.

Literatürde ozonlu suyun çok kısa temas sürelerinde dahi yüksek düzeyde antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmektedir. Takizawa ve ark. (2023), ozonlu suyun yalnızca 30 saniyelik maruziyet sonrası *Streptococcus mutans*, *S. sobrinus*, *P. gingivalis* ve *F. nucleatum* gibi ağız kaynaklı patojenlerin %99'dan fazlasını elimine ettiğini ortaya koymuştur. Bu hızlı bakterisidal etki, ozonlu suyun kavite dezenfektanı olarak kısa süreli uygulamalarla dahi etkili olabileceğini göstermektedir. Örneğin, Yeşilöz Gökçen ve ark. (2019), 5–11 yaş aralığındaki çocuklara ait birincil azı dişlerinde gerçekleştirdikleri in vivo çalışmada, ozon terapi grubuna cihaz aracılığıyla 30 saniyelik ozon uygulaması yapmışlardır. Çalışmanın sonuçları, ozon uygulamasının kavite içerisindeki bakteriyel yükü anlamlı düzeyde azalttığını ve antibakteriyel etkinliğinin diğer dezenfektan gruplarına kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir. Öznurhan ve ark. (2015), kavite dezenfektanı olarak ozonlu suyun dentin bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini değerlendirmiş ve ozonlu su taze hazırlanarak 30 saniye süreyle dentin yüzeyine uygulandığını bildirmiştir. Dolayısıyla çalışmamızda ozonlu suyun 30 saniyelik uygulama süresinin tercih edilmesi, mevcut bilimsel kanıtlarla uyumlu olup, ozonun kısa sürede etkili oksidatif yıkım mekanizması ile desteklenmektedir.

Son yıllarda çocuk diş hekimliğinde, kimyasal dezenfektanlara alternatif olarak doğal ve biyolojik içerikli ajanlara olan ilgi artmıştır. Aloe vera'nın diş hekimliği alanında yara iyileşmesi, gingival uygulamalarda yararları gösterilmişse de çoğu çalışma kısa süreli, küçük örneklemler ve in vitro ya da sınırlı klinik uygulamalı düzeydedir (Mangaiyarkarasi vd., 2015). Coelho ve ark. (2021), süt dişi dentininde aloe vera uygulamasının makaslama bağlanma dayanımını anlamlı derecede azalttığını ve bu değerlerin kontrol grubuna göre düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Dahası, aloe vera hazırlıklarının standardizasyonunun zorluğu mevcuttur; farklı ürünlerde jel, yaprak özütü veya latex içeriği değişkenlik göstermektedir (Subasree vd., 2016). Ayrıca, bazı toksisite ve yan etki bildirimleri bulunmaktadır (Chhina vd., 2016). Özellikle aloe vera latex formunun uzun süreli kullanımında potansiyel böbrek hasarı, elektrolit dengesizliği, düşük potasyum düzeyi ve hatta kanser riski gibi olasılıklar rapor edilmiştir (Guo & Mei, 2016). Pedodontik uygulamalar açısından değerlendirdiğimizde, çocuklarda doku geçirgenliği, tübül yoğunluğu gibi yapısal farklılıklar göz önünde bulundurulduğunda, alışılmış kimyasal dezenfektanlar kadar güvenli ve stabil bir

performans göstereceğine dair literatürün sınırlı olması, aloe vera'yı tek başına bir standart ajan olma yönünde geri plana itmektedir.

*Glycyrrhiza glabra*'nın diş hekimliği alanında antimikrobiyal, anti-enflamatuvar ve antioksidan özellikler taşıdığı gösterilmiştir (Godbole vd., 2019; Hambire & Hambire, 2020). Ancak yine de bazı çalışmalarda etkinlik düzeyi kimyasal dezenfektanlara göre daha düşük bulunmuştur; örneğin *S. mutans* üzerindeki antibakteriyel etkisi klorheksidin'nin düzeyine erişememiştir (Moini vd., 2016). Meyan kökü, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar özelliklerine rağmen diş hekimliğinde standardizasyon güçlüğü (ekstrakt türü, çözücü, konsantrasyon farklılıkları) ve klinik etki büyüklüğünün değişkenliği nedeniyle rutin kullanımda sınırlılıklar taşır. Klinik karşılaştırmalarda, klorheksidin gibi standart ajanlara kıyasla daha düşük plak/gingivitis kontrolü sağlayabildiği bildirilmiştir; örneğin randomize bir çalışmada meyan kökü gargarası, plak azaltımında CHX'e göre anlamlı derecede daha zayıf bulunmuştur. (Oshvandi vd., 2024).

Bir in vitro çalışmada, kanal dezenfeksiyonu için test edilen ajanlar arasında meyan kökünün *E. faecalis*'e karşı en düşük antimikrobiyal etkiyi gösterdiği bulunmuştur. Triphala ve NaOCl'nin daha yüksek etkinlik göstermesi nedeniyle meyan kökü irrigant veya medikaman olarak yetersiz değerlendirilmiştir (Satti vd., 2019).

Bu bulgular, meyan kökü türevlerinin kavite ve kanal dezenfeksiyonunda tek başına kullanımlarında sınırlı bir etkinliğe sahip olduklarını göstermektedir. Ayrıca bitkisel ürünlerin uzun süreli veya yüksek doz kullanımında sistemik güvenlik yönünden dikkat gereklidir; diş hekimliği literatürü, glisirizine bağlı psödoaldosteronizm, hipertansiyon ve hipokalemi risklerine karşı uyarıda bulunmaktadır (Saraf vd., 2024). Randomize kontrollü klinik çalışmada meyan kökü süt dişlerinde bakteriyel yükü azaltmakla birlikte, klorheksidin ile karşılaştırıldığında daha düşük veya benzer düzeyde antimikrobiyal etkinlik göstermiştir. Yazarlar, bitkisel ajanların etkinliğinin uygulama süresi ve konsantrasyona yüksek derecede bağımlı olduğunu ve doğal dezenfektanların klinik kanıt düzeyinin yetersiz kaldığını vurgulamıştır. Ayrıca, bu ajanların uzun dönem güvenliği ve bağlanma üzerindeki etkileri konusunda ileri araştırmalara ihtiyaç vardır şeklinde belirtmişlerdir (Khan vd., 2024).

Bu nedenlerle, çalışmamızda propolis, doğal kökenli, biyouyumlu ve antimikrobiyal özellikleriyle öne çıkan bir ajan olarak tercih edilmiştir. Diğer

bitkisel dezenfektanların standardizasyon, etkinlik süresi ve klinik stabilite açısından sınırlılıklar göstermesi, propolisi bilimsel açıdan daha güvenilir bir alternatif haline getirmiştir (Chhina vd., 2016; Goel vd., 2019; Patri, 2017). Flavonoid ve fenolik bileşenler yönünden zengin yapısı sayesinde propolis, bakteriyel biyofilmleri etkili biçimde ortadan kaldırabilmekte, dentin yüzeyinde toksik kalıntı bırakmadan kavite dezenfeksiyonu sağlamaktadır (Prabhakar vd., 2015; Sardana vd., 2013). Ayrıca, düşük toksisite profili ve süt dişi dentininde bağlanma dayanımını olumsuz etkilemeden antimikrobiyal etki gösterebilmesi, propolisi pedodontik uygulamalarda kimyasal dezenfektanlara biyolojik temelli güçlü bir alternatif haline getirmektedir (Bektaş, 2023; Oznurhan vd., 2015; Perote vd., 2022; Yazan, 2022). Bu doğrultuda, propolisin hem klinik etkinliğini hem de kompomer restorasyonların bağlanma performansına etkisini değerlendirmek amacıyla çalışmamızda tercih edilmesi bilimsel ve klinik açıdan gerekçelendirilmiştir.

Propolis, bal arılarının bitki tomurcukları, kabukları ve reçinelerinden topladığı doğal bir biyopolimerdir (Bektaş, 2023). Yapısında flavonoidler, fenolik asitler, terpenoidler, tanenler ve ester bileşikler gibi biyolojik olarak aktif maddeler bulunur (Sabir vd., 2005). Bu bileşenler propolise antibakteriyel, antioksidan, antifungal ve antiinflamatuvar özellik kazandırır (Bektaş, 2023; Sardana vd., 2013). Ayrıca propolis, aloe vera ve meyan kökü gibi diğer bitkisel ajanlara kıyasla daha kolay temin edilebilir, antimikrobiyal etkinliği daha yüksek ve toksisite profili daha düşüktür (Elmenshawy vd., 2024; Perote vd., 2022).

Propolis, antimikrobiyal etkisini özellikle içerdiği flavonoidlerin bakteriyel hücre duvarı ve enzim sistemleri üzerindeki bozucu etkisi sayesinde gösterir (Sardana vd., 2013). Bu bileşikler *Streptococcus mutans*'ın glukoziltransferaz enzimini inhibe ederek bakterinin yüzey adezyonunu azaltır, böylece kavite yüzeyinde biyofilm oluşumunu engeller (Yazan, 2022). Ayrıca *S. mutans* ve *Lactobacillus acidophilus* gibi çürük etkeni bakterilere karşı etkili olduğu, in vitro çalışmalarda yüksek antibakteriyel aktivite sergilediği bildirilmiştir (Hacıoğulları vd., 2016; Prabhakar vd., 2015; Tilgen & Er, 1996). Anadolu propolisinin yüksek fenolik içeriği sayesinde *S. mutans* üzerinde belirgin antibakteriyel etki gösterdiği, ancak bu etkinin dentin yüzeyinde yapısal bozulmaya yol açmadığı da ifade edilmiştir (Yazan, 2022).

Toksisite açısından değerlendirildiğinde, propolis kimyasal ajanlara göre oldukça güvenli bir biyolojik alternatiftir. Propolis, biyoyumluluk açısından kalsiyum hidroksit ile benzer bir profil göstermekte olup, bazı çalışmalarda kalsiyum hidroksitten daha yüksek biyoyumluluk sergilediği de bildirilmiştir (Garcia vd., 2011; Liberio vd., 2011; Ozório vd., 2012; Parolia vd., 2010; Victorino vd., 2009). CHX veya NaOCl gibi kimyasal dezenfektanların aksine propolis, ağız mukozasında irritasyon, tat değişikliği veya renklenme oluşturmaz (Bektaş, 2023). Ayrıca çocuk hastalarda kimyasal antiseptiklerin alerjik veya toksik etkilerine kıyasla propolisin düşük sitotoksisite profili, uzun süreli biyolojik güvenlik sağlamaktadır. Bu özellikleri sayesinde, özellikle immün sistemi daha hassas olan pediatrik hastalarda kavite dezenfeksiyonu için uygun bir ajan olarak değerlendirilmektedir (Bektaş, 2023).

Propolis ekstraktı dezenfektanlarının restoratif tedavi üzerindeki etkilerini değerlendiren çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Arslan vd., 2012; Kalyoncuoğlu vd., 2015; Oznurhan vd., 2015; Perote vd., 2022). Bağlanma dayanımı açısından propolisin etkisi, kullanılan konsantrasyona bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Literatürde propolisin farklı oranlarda (örneğin %5, %10, %25) kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Yüksek konsantrasyonlarda (%25 ve üzeri) artan etanol oranı nedeniyle bağlanma dayanımında azalma görülmüş, düşük konsantrasyonlarda ise bu olumsuz etki gözlenmemiştir (Elmenschawy vd., 2024; Oznurhan vd., 2015). Özellikle %10'luk propolis ekstraktının dentin yüzeyine uygulandığında, adeziv rezinlerin infiltrasyonunu etkilemeden antibakteriyel etkinlik sağladığı bildirilmiştir (Perote vd., 2022). Benzer şekilde Öznurhan ve arkadaşları (2015) propolisin daimî dişlerde adeziv bağ kuvveti üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını, düşük konsantrasyonlarda dentin kollajen yapısını koruyarak bağlanmayı desteklediğini belirtmiştir.

Bu nedenle, mevcut çalışmada %10'luk propolis çözeltisi kullanılmıştır. Bu konsantrasyonun, literatürde bağlanma dayanımını koruyarak yeterli antibakteriyel etki sağladığı ve dentin yüzey morfolojisini olumsuz etkilemediği bildirilmektedir (Perote vd., 2015; Sardana vd., 2013; Yazan, 2022). Ayrıca propolisin klorheksidinle karşılaştırıldığı çalışmalarda iki ajanın bağlanma dayanımı açısından benzer sonuçlar verdiği, propolisin biyoyumluluğu nedeniyle güvenli bir alternatif olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir (Perote vd., 2022).

Literatürde propolisin kavite dezenfektanı olarak kısa süreli temasta uygulanabildiğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Perote ve ark. (2022), asitle pürüzlendirilmiş dentin yüzeyine sulu propolis ekstraktını 30 saniye süreyle uygulamış ve bu protokolün hem termal yaşlandırma hem de simüle pulpa basıncı altında bağlanma dayanımını olumsuz etkilemediğini bildirmiştir. Benzer şekilde, Danıştı'nın çalışmasında (2019) rezin esaslı fissür örtücü yerleştirilmeden önce propolisin 30 saniyelik bir dezenfeksiyon protokolü ile kullanıldığı ve bu uygulamanın makaslama bağlanma dayanımını azalttığına dair bir bulgu elde edilmediği gösterilmiştir. Burdan yola çıkılarak, propolisin 30 saniyelik uygulama süresinin dentin–adeziv arayüzünü zayıflatmadığı ve restoratif işlemler öncesi güvenle kullanılabilecek fizyolojik bir kavite dezenfektanı olabileceği anlaşılmaktadır.

Kavite dezenfektanlarının asit uygulamasından önce kullanılmasının tercih edilmesinin temel nedeni, hem dentin yüzeyindeki rezidüel bakterilerin elimine edilmesi hem de asitlemenin açığa çıkardığı kollajen fibriller üzerinde oluşabilecek enzimatik yıkımın azaltılmasıdır. Asitleme, smear tabakasını ortadan kaldırırken aynı zamanda dentindeki endojen MMP'leri aktive eder; bu nedenle dezenfektanların asit öncesi uygulanması, hibrit tabakasının daha stabil oluşmasına katkı sağlamaktadır (Almahdy vd., 2012; Mazzoni vd., 2015). Öznurhan ve arkadaşları (2015) ,CHX, propolis ve ozonlu su gibi ajanların asitleme öncesi uygulandığında bağlanma dayanımının daha yüksek veya kontrole daha yakın seyrettiğini, özellikle ozonlu suyun asitleme sonrası uygulamaya kıyasla belirgin şekilde daha iyi sonuç verdiğini bildirmiştir. Yine Soares ve ark. (2008), CHX'in asitlemeden önce kullanılmasının bağlanma dayanımını artırabileceğini, ancak sonrasında uygulanmasının farklı sonuçlar doğurabileceğini bildirmiştir. Bu bulgular, çalışmamızda dezenfektanların asitleme öncesinde uygulanmasının, dentin yüzeyindeki mikrobiyal yükün azaltılmasına ve adeziv arayüzün bütünlüğünün korunmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Çalışmada süt dişlerine uygulanan kavite dezenfektanlarının klorheksidin (%0.12), ozonlu su ve %10 propolis kompomer restorasyonlarda makaslama bağlanma dayanımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığını göstermiştir ( $p>0.05$ ). Bununla birlikte, gruplar arasındaki ortalama bağlanma dayanımı değerleri incelendiğinde CHX ( $6,79\pm3,29$  MPa) ve ozonlu su ( $7,26\pm3,06$  MPa) gruplarının

kontrol grubuna oldukça yakın, propolis grubunun ( $5,03 \pm 1,25$  MPa) ise bir miktar daha düşük ortalama değer gösterdiği saptanmıştır. Bu bulgu, literatürdeki birçok çalışmanın sonuçlarıyla genel olarak uyumludur (Bakır vd., 2022; Palaz & Olmez, 2021)

Klorheksidinin dentin bağlanma dayanımını olumsuz etkilemediğini bildiren araştırmalar mevcut sonuçları desteklemektedir (Alaghehmad vd., 2018; Zhang vd., 2020). Ayrıca, ozonlu su uygulamasının dentin yüzeyinde kollajen yapıyı olumsuz etkilemeden bakteriyel kontaminasyonu azalttığı ve bağlanma değerlerini koruduğu bildirilmiştir (Elmenshawy vd., 2024; Perote vd., 2022). Propolis grubunda ortalama değerlerin nispeten düşük olmasına rağmen, bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır; bu durum propolisin düşük konsantrasyonda bağlanma dayanımını koruyabildiğini bildiren çalışmalarla paralellik göstermektedir (Elmenshawy vd., 2024; Perote vd., 2022)

Sonuç olarak, gruplar arası bağlanma dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilememiş olmasına rağmen, CHX ve ozonlu su gruplarında bağlanma dayanımı açısından klinik olarak avantajlı bir eğilim bulunduğunu göstermektedir. Bu durum, CHX'in kollajen fibrilleri stabilize eden etkisine ve ozonun yüzey enerjisini artırıcı özelliğine bağlanabilir (Palaz & Olmez, 2021). Propolisin ise doğal yapısı ve antioksidan kapasitesine rağmen düşük konsantrasyonlarda etkinliğini sürdürebildiği, bu yönüyle biyolojik bir alternatif olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir (Sardana vd., 2013).

Klorheksidin (CHX) grubunda bağlanma dayanımı değerlerinin kontrol grubuna yakın bulunması, CHX'in adeziv sistemlerle kimyasal olarak uyumlu olduğunu ve dentin yüzeyinde kalıntı bırakmadığını gösterir. Klorheksidin bildirildiği üzere, %0.12 CHX'in süt dişi dentininde bağlanmayı anlamlı şekilde etkilemediği, daha yüksek konsantrasyonların ise toksisite nedeniyle olumsuz etkiler oluşturabileceği belirtilmiştir (Matar vd., 2021). Ayrıca CHX'in MMP inhibitör etkisi sayesinde hibrit tabakanın uzun dönem stabilitesini artırdığı bildirilmektedir (Bakır vd., 2022). Çalışmamızda elde edilen sonuçlar da bu bulgularla örtüşmekte olup, düşük konsantrasyonda CHX uygulamasının kompomer bağlanmasını koruduğu düşünülmektedir.

Ozonlu su grubunda gözlenen bağlanma dayanımı değerleri de kontrol grubuna yakın bulunmuştur. Bu bulgu, Prabhakar ve ark. (2019) çalışmasıyla paralellik göstermektedir; bu çalışmada ozonlanmış suyun dentin bağlanma

dayanımında anlamlı bir değişiklik oluşturmadığı, ancak antibakteriyel etkinliğini kısa sürede gösterdiği bildirilmiştir.

Güneş ve ark. (2014) çalışmasında da ozon ve CHX'in mikro sızıntı açısından benzer sonuçlar verdiği, ancak ozonun uygulama süresinin kısa olması nedeniyle klinik olarak avantaj sağladığı rapor edilmiştir.

Propolis grubunda ise ortalama bağlanma dayanımı diğer gruplara kıyasla düşük bulunmuştur; ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu sonuç Elmenshawy ve arkadaşları (2024) çalışmasının bulgularıyla uyumludur; söz konusu çalışmada, yüksek konsantrasyonlarda propolis kullanımının reçine matrisinde fiziksel zayıflamalara yol açarak bağlanmayı olumsuz etkileyebileceği, ancak düşük konsantrasyonlarda bu etkinin minimal olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde, başka bir çalışmada propolisin düşük konsantrasyonlarda kompomerle kimyasal olarak uyumlu olabileceğini ifade etmiştir (Öznurhan vd., 2015). Ayrıca Bektaş (2023) tarafından bildirilen derlemede, propolisin biyouyumlu yapısı ve antimikrobiyal etkisine rağmen yüzeyde reçine yayılımını kısmen sınırlayabileceği ifade edilmiştir. Dolayısıyla bu düşünüş, propolisin içerdiği doğal balmumu ve reçine bileşenlerinin yüzey gerilimini değiştirmesiyle açıklanabilir.

Ayrıca Perote ve ark. (2022) yaptığı çalışmada propolis ve klorheksidin grupları arasında anlamlı fark saptamamış, propolisin bağlanma dayanımını koruduğu ifade edilmiştir. Öznurhan ve arkadaşları (2015) yılındaki çalışmasında daimî dişlerde propolis uygulamasının bağlanma dayanımını olumsuz etkilemediği adeziv tabaka bütünlüğünü koruduğu bildirilmiştir. Bu sonuç, propolisin farklı diş tiplerinde bağlanma mekanizmasını zayıflatmadığını göstermesi açısından dolaylı olarak süt dişlerine de klinik bir öngörü sunmaktadır. Yapılan bir literatür derlemesinde de flavonoid içeriğinin dentin yüzeyinde bakteriyel adezyonu azalttığı, bağlanma bölgesinde biyofilm oluşumunu engellediği rapor edilmiştir (Sardana vd., 2013). Yine de elde edilen sonuçlar, propolisin düşük konsantrasyonlarda uygulandığında kompomer restorasyonlarda klinik olarak kabul edilebilir bağlanma dayanımı sağladığını göstermektedir.

Literatürde, süt dişi dentininde farklı kavite dezenfektanlarının bağlanma dayanımına etkisini inceleyen çalışmalar incelendiğinde, değişken sonuçlar rapor edildiği görölmektedir. Öznurhan ve arkadaşlarının (2015) çalışmasında, kontrol grubu için 6,38 MPa, CHX için 7,58 MPa, ozonlu su için 11,12 MPa ve propolis için 7,42 MPa değerleri rapor edilmiştir. Bir diğer çalışmada uygulama sonrası

kontrol grubu için  $13,07 \pm 5,20$  MPa, CHX için  $11,71 \pm 3,28$  MPa, ozonlu su için  $12,59 \pm 3,35$  MPa ve ozon gazı için  $7,74 \pm 2,24$  MPa değerleri bildirilmiştir (Öznurhan vd., 2015). Bu çalışmalar, kontrol (6,14 MPa), CHX (6,79 MPa), ozon (7,26 MPa) ve propolis (5,03 MPa) gruplarında elde ettiğimiz sonuçlarla benzer niteliktedir.

Buna karşın Perote ve ark. (2022) , çalışmalarında termal siklus uygulanmayan örneklerde kontrol için 33,03 MPa, CHX için 31,67 MPa ve propolis için 36,21 MPa; termal siklus uygulanan örneklerde ise sırasıyla 22,55 MPa, 24,54 MPa ve 27,13 MPa değerleri elde edilmiştir. Bu değerler, çalışmamızda elde edilen değerlere kıyasla belirgin şekilde daha yüksektir. Ancak bu çalışmanın daimî diş dentininde gerçekleştirildiği ve süt dişinin farklı dentinal tübül yapısı, mineralizasyon oranı ve su içeriği nedeniyle bağlanma dayanımının anatomik olarak daha düşük olabileceği dikkate alınmalıdır. Benzer şekilde, Elkassas ve ark. (2014), kontrol grubunda 14,58 MPa ve CHX grubunda 16,03 MPa; Leitune ve ark. (2011) kontrol grubunda 22,37 MPa ve CHX grubunda 22,30 MPa değerlerini raporlamış olup bu çalışmaların da daimî diş dokusunda yapılmış olması literatürde bildirilen yüksek sonuçları açıklamaktadır. Buna ek olarak Vieira ve ark. (2003), çalışması süt dişlerinde gerçekleştirilmiş olmasına rağmen termal siklus uygulanmamış ve kontrol grubunda 19,88 MPa, CHX grubunda 17,99 MPa gibi daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu çalışmalarla karşılaştırıldığında, araştırmamızdaki bağlanma dayanımı değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Bu farklılığın en önemli nedenlerinin, çalışmamızın süt dişlerinde yürütülmüş olması ve 10.000 döngülük termal siklus protokolünün uygulanması olduğu düşünülmektedir.

Termal siklus, dentin–adeziv arayüzünde tekrarlayan genleşme ve büzülme hareketlerine yol açarak hibrit tabaka içerisinde mikroçatlakların oluşmasına, resin matriksin hidrolize olmasına ve bağlanma arayüzünün zayıflamasına neden olmaktadır. Çalışmamızdaki sonuçların bu mekanizma ile uyumlu olduğu düşünülmektedir. Nitekim çalışmaların çoğu, termal döngünün dentinin kayma bağ mukavemetlerini önemli ölçüde azalttığını göstermiştir (Burger vd., 1992; Helvatjoglu-Antoniades vd., 2004; Khoroushi & Rafiei, 2013).

Kontrol grubunda hiçbir kavite dezenfektanı uygulanmadan elde edilen bağlanma dayanımı değerleri, diğer gruplar için temel referans olarak değerlendirilmiştir. Kontrol grubunun değerleri ile CHX ve ozon gruplarının

değerleri arasında anlamlı fark bulunmaması, dezenfektanların kompomer adezyonunu zayıflatmadığını göstermektedir (Güneş vd., 2014; Palaz & Olmez, 2021). Bu bulgu, dezenfektanların uygulama sonrası dentin yüzey enerjisini ve rezin penetrasyon kapasitesini değiştirmediğini göstermektedir.

Ayrıca termal siklus uygulanmayan benzer çalışmalarla kıyaslandığında, yaşlandırmanın bağlanma değerlerinde azalmaya yol açtığı görülmüştür (Prabhakar vd., 2019). Buna rağmen tüm gruplarda elde edilen bağlanma dayanımı değerleri klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içinde bulunmuştur.

Çalışmamızda propolis grubunda adeziv kırık oranı diğer gruplara göre belirgin biçimde daha yüksek bulunmuştur. Bu durum bağlanma dayanımı ile kırılma tipi arasında her zaman doğrudan bir korelasyon bulunmadığını, kırılma modunun yalnızca adeziv sistemin kimyasal özelliklerinden değil, aynı zamanda testin mekanik karakteristiğinden de etkilendiğini göstermektedir (Van Meerbeek vd., 2010).

Herrmann ve ark. (2020), farklı bağ dayanımı test yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, ISO 29022 standardına göre yapılan çentikli-kenar (notched-edge) shear testinin diğer yöntemlere kıyasla en yüksek oranda adeziv kırık (%41) oluşturduğunu, buna rağmen bağ dayanımı değerlerinin anlamlı fark göstermediğini bildirmiştir. Bu bulgu, testin geometrisinin stres dağılımını etkileyerek kırığın genellikle arayüzden başlamasına neden olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Sultan ve ark. (2015) shear bond testlerinin gerçekte saf kesme stresi değil, çekme ve bükülme bileşenleri içerdiğini, bu nedenle kırılmaların çoğu zaman adeziv arayüzden başladığını göstermiştir. Ayrıca ISO/TS 11405 (2015) standardı da bu testlerin stresin homojen dağılmadığı koşullarda yapıldığını ve sonuçların yalnızca karşılaştırmalı değerlendirme için kullanılabileceğini vurgulamaktadır.

Benzer şekilde Van Meerbeek ve ark. (2010) laboratuvar bağ dayanımı testleri ile klinik performans arasında güçlü bir ilişki olmadığını; shear testlerinde ortalama bağ dayanımı yüksek olsa bile kırığın çoğunlukla arayüzde başladığını, bunun da test geometrisinden kaynaklandığını bildirmiştir. Bu bulgular, çalışmamızda propolis grubunda gözlenen yüksek adeziv kırık oranının bağ başarısızlığı değil, testin mekanik stres karakteristiğini yansıttığını göstermektedir.

Propolisin kimyasal yapısı da bu durumu desteklemektedir. Perez ve ark. (2023) adeziv sistemlere propolis ilavesinin bağ dayanımını anlamlı derecede

değiştirmedigini, ancak adeziv kırık oranını artırdığını bildirmiştir. Araştırmacılar bu sonucu propolisin hidrofobik reçine bileşenlerinin adeziv tabaka infiltrasyonunu etkilemesiyle açıklamıştır. Ayrıca bu gruplarda nanoleakage paterninin belirgin biçimde arttığı, arayüzde gerilme birikiminin kırığın adeziv yönde başlamasına yol açtığı bildirilmiştir. Vidal ve ark. (2025) tarafından yapılan bir çalışmada ise, farklı konsantrasyonlarda kırmızı propolis içeren adezivlerde bağ dayanımı düşük konsantrasyonlarda azalırken, yüksek konsantrasyonlarda mikst kırık oranı artmıştır; bu da propolisin arayüz davranışının konsantrasyona bağlı olarak değiştiğini göstermiştir.

Öte yandan Romano ve ark. (2024), propolisin MMP ve katepsinleri inhibe ederek dentin kolajenini koruduğunu, hibrit tabaka bütünlüğünü artırdığını ve bu nedenle bağ dayanımının sabit kalmasına rağmen kırık tiplerinin farklılaşabileceğini belirtmiştir. Araştırmada erozyona uğramış daimî dentin üzerinde propolis uygulanan gruplarda bağ dayanımı yüksek bulunmuş, uzun dönem yaşlandırma sonrası ise adeziv kırıkların azaldığı bildirilmiştir. Çalışmamızda ise termal yaşlandırma sonrası propolis grubunda bağ dayanımı değerleri korunmuş, ancak adeziv kırık oranı yüksek kalmıştır. Bu farkın, kullanılan diş tipi (süt dişi dentini) ve yaşlandırma protokolü (sadece termal döngü uygulanması, 10.000 döngü) gibi metodolojik değişkenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Kalyoncuoğlu ve ark. (2015) ise propolis irrigantının kendinden pürüzlendirici adeziv sistemlerle kullanıldığında bağ dayanımını artırdığını ve koheziv kırık oranını yükselttiğini rapor etmiştir. Araştırmacılar, propolisin antioksidan özelliği sayesinde serbest radikalleri uzaklaştırarak rezin polimerizasyonunu desteklediğini ve hibrit tabaka stabilitesini artırdığını belirtmişlerdir. Ancak Kalyoncuoğlu ve arkadaşlarının (2015) çalışması, kök dentini üzerinde ve mikro-tensil test ( $\mu$ TBS) yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise süt dişi dentini üzerinde makaslama bağlanma dayanımı testi (ISO 29022) kullanılmıştır. Mikro-tensil testlerde stres dağılımı daha homojen iken, shear testlerde stres yoğunluğu arayüzün belirli bölgelerinde toplanmaktadır (Sultan vd., 2015). Bu nedenle bizim çalışmamızda kırık modunun daha çok adeziv yönde olması, test metodunun doğasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, Remedio ve ark. (2024) çalışmasında etanol bazlı propolisin hidrofobik yüzey özellikleri gösterdiği bildirilmiştir. Bu durumun, etanol

bazlı propolis ile su bazlı propolis arasındaki yüzey enerjisi ve ıslanabilirlik farklılıkları ile ilişkili olabileceği; yüzey ıslanabilirliğinin azalmasının rezin infiltrasyonunu sınırlayarak kırık tipinin adeziv yönde görülme olasılığını artırmış olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, literatürde propolisin bağlanma dayanımı üzerindeki etkisine ilişkin bildirilen farklı sonuçlar kullanılan dentin tipi (süt/daimî/kök), test tipi (shear/microtensil), propolis formülasyonu (etanol/su bazlı, konsantrasyon farklılığı), yaşlandırma protokolü (termal döngü, süre, ortam) ve adeziv sistemin kimyasal yapısı (kompomer vs. rezin kompozit) gibi metodolojik değişkenlerle açıklanabilir.

Dolayısıyla, çalışmamızda propolis grubunda bağ dayanımı değerlerinin diğer dezenfektan gruplarıyla benzer olmasına rağmen adeziv kırık oranının artması, hem ISO 29022 testinin stres karakteristiğinden hem de propolisin kimyasal yapısının arayüz davranışını değiştirmesinden kaynaklanmaktadır. Bu bulgu, propolisin süt dişi dentininde bağlanma arayüzüne etkisinin çok boyutlu olduğunu, yalnızca mekanik dayanım değil, aynı zamanda kırık davranışı ve arayüz morfolojisi üzerinde de belirleyici rol oynadığını göstermektedir. Bu nedenle propolisin farklı konsantrasyon ve formülasyonlarının çocuk dişlerinde bağ dayanımı üzerindeki etkilerinin daha net biçimde anlaşılabilmesi için ileri in vitro ve klinik çalışmalar önerilmektedir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle, çalışma in vitro olarak yürütüldüğü için ağız içi biyolojik koşullar (tükürük, çiğneme kuvvetleri, sıcaklık değişimleri) tam olarak simüle edilememiştir. Ayrıca kullanılan süt dişleri biyolojik olarak homojen değildir; mineralizasyon dereceleri ve fizyolojik rezorpsiyon seviyeleri örnekler arasında farklılık gösterebilir. Çalışmada yalnızca kompomer restoratif materyal değerlendirilmiş olup, farklı adeziv sistemler veya restoratif materyallerle farklı sonuçlar elde edilebilir. Dezenfektan seçenekleri CHX, ozonlu su ve propolis ile sınırlı tutulmuş; diğer potansiyel ajanlar araştırma kapsamına dahil edilmemiştir. Termal yaşlandırma uygulanmış olsa da, ek mekanik yaşlandırma protokollerinin kullanılmamış olması klinik koşulların tam yansıtılmasını kısıtlamaktadır. Son olarak, propolis doğal bir ürün olduğundan içerik ve biyolojik etkinliği kullanılan formülasyona göre değişiklik gösterebilmekte, bu da sonuçların genellenebilirliğini sınırlayabilmektedir.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Süt dişlerinde kavite dezenfektanı olarak klorheksidin (CHX), ozonlu su ve propolis uygulamalarının kompomer materyalinin bağlanma dayanımı üzerine etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen bu in vitro çalışmanın sonuçları aşağıdaki gibidir:

- Dentin yüzeyine kompomer materyal yerleştirilmeden önce dezenfeksiyon amacıyla uygulanan klorheksidin (CHX), bağlanma dayanımında istatistiksel olarak anlamlı bir değişikliğe neden olmamış, ancak kırılma tiplerinin dağılımında mikst kırık oranlarının artış gösterdiği gözlenmiştir.
- Propolis uygulaması, kompomerin süt dişi dentinine bağlanma dayanımını anlamlı düzeyde etkilememiş; ancak bu grupta adeziv kırıkların oranı diğer gruplara kıyasla daha yüksek bulunmuştur.
- Ozonlu su uygulamasının kompomerin bağlanma dayanımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi saptanmamış, mikromorfolojik açıdan adeziv tabakada gözle görülür bir bozulma meydana gelmemiştir.
- Tüm dezenfektan gruplarının bağlanma dayanımı değerleri klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içinde bulunmuştur.

Elde edilen veriler, bağlanma dayanımı ile kırılma tipi arasında her zaman doğrudan bir ilişki olmadığını, bağ arayüzeyinde meydana gelen mikroyapısal değişimlerin farklı kırılma tipleriyle sonuçlanabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, klorheksidin, ozonlu su ve propolisin süt dişi dentininde kompomer restorasyonlar öncesinde kavite dezenfektanı olarak kullanılmasının bağlanma dayanımı üzerinde olumsuz bir etkisi bulunmamıştır. Bu nedenle söz konusu ajanlar, biyoyumlu ve güvenli kavite dezenfektanları olarak değerlendirilebilir. Özellikle doğal kökenli bir ürün olan propolisin, kimyasal ajanlara alternatif oluşturabilecek, düşük toksisite profiline sahip ve çevre dostu bir dezenfektan seçeneği olabileceği sonucuna varılmıştır.

## 7. KAYNAKLAR

- Abo, T., Asmussen, E., Uno, S., & Tagami, J. (2006). Short- and long-term *in vitro* study of the bonding of eight commercial adhesives to normal and deproteinized dentin. *Acta Odontologica Scandinavica*, 64(4), 237–243. <https://doi.org/10.1080/00016350600633177>
- Aguilar-Perez, D. A., Urbina-Mendez, C. M., Maldonado-Gallegos, B., Castillo-Cruz, O. de J., Aguilar-Ayala, F. J., Chuc-Gamboa, M. G., Vargas-Coronado, R. F., & Cauich-Rodriguez, J. V. (2023). Mechanical Properties of Poly(Alkenoate) Cement Modified with Propolis as an Antiseptic. *Polymers*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/polym15071676>
- Aguilera, FS., Osorio, R., Osorio, E., Moura, P., & Toledano, M. (2012). Bonding efficacy of an acetone/based etch-and-rinse adhesive after dentin deproteinization. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, e649–e654. <https://doi.org/10.4317/medoral.17717>
- Akçay, M., Sari, S., Durutürk, L., & Günhan, O. (2015). Effects of sodium hypochlorite as disinfectant material previous to pulpotomies in primary teeth. *Clinical Oral Investigations*, 19(4), 803–811. <https://doi.org/10.1007/s00784-014-1296-0>
- Al Shamsi, A. H., Cunningham, J. L., Lamey, P.-J., & Lynch, E. (2008). The effects of ozone gas application on shear bond strength of orthodontic brackets to enamel. *American Journal of Dentistry*, 21(1), 35–38.
- Alaghehmad, H., Mansouri, E., Esmaili, B., Bijani, A., Nejadkarimi, S., & Rahchamani, M. (2018). Effect of 0.12% chlorhexidine and zinc nanoparticles on the microshear bond strength of dentin with a fifth-generation adhesive. *European Journal of Dentistry*, 12(1), 105–110. [https://doi.org/10.4103/ejd.ejd\\_172\\_16](https://doi.org/10.4103/ejd.ejd_172_16)
- Alkarimi, H. A., Watt, R. G., Pikhart, H., Sheiham, A., & Tsakos, G. (2014). Dental caries and growth in school-age children. *Pediatrics*, 133(3), e616-23. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-0846>
- Allison, P. J., & Schwartz, S. (2002). *Interproximal Contact Points and Proximal Caries in Posterior Primary Teeth*.

- Almahdy, A., Koller, G., Sauro, S., Bartsch, J. W., Sherriff, M., Watson, T. F., & Banerjee, A. (2012). Effects of MMP Inhibitors Incorporated within Dental Adhesives. *Journal of Dental Research*, 91(6), 605–611. <https://doi.org/10.1177/0022034512446339>
- Al-Omari, W. M., Al-Omari, Q. D., & Omar, R. (2006). Effect of Cavity Disinfection on Postoperative Sensitivity Associated with Amalgam Restorations. *Operative Dentistry*, 31(2), 165–170. <https://doi.org/10.2341/05-8>
- Alp, Ş. (2024). Novel Cavity Disinfectants and Their Effects: A Review. In *J Contemp Med Sci* (Vol. 10, Issue 3). <https://doi.org/10.22317/jcms.v10i3.1488>
- American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD). (2022). *Best Practices: Restorative Dentistry 452 The Reference Manual of Pediatric Dentistry Purpose*.
- American Academy on Pediatric Dentistry Clinical Affairs Committee-Restorative Dentistry Subcommittee, & American Academy on Pediatric Dentistry Council on Clinical Affairs. (2008). Guideline on pediatric restorative dentistry. *Pediatric Dentistry*, 30(7 Suppl), 163–169.
- Antunes, J. L. F., Peres, M. A., Mello, T. R. de C., & Waldman, E. A. (2006). Multilevel assessment of determinants of dental caries experience in Brazil. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 34(2), 146–152. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2006.00274.x>
- Arends, J., & Christoffersen, J. (1986). Invited Review Article. *Journal of Dental Research*, 65(1), 2–11. <https://doi.org/10.1177/00220345860650010201>
- Armstrong, S., Breschi, L., Özcan, M., Pfefferkorn, F., Ferrari, M., & Van Meerbeek, B. (2017). Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength ( $\mu$ TBS) approach. *Dental Materials*, 33(2), 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.11.015>
- Arslan, & Baygın. (2016). *Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Kavite Dezenfeksiyon Yöntemleri*.
- Arslan, İ., Baygin, O., Tuzuner, T., Erdemir, F., Canakci, A., & Korkmaz, F. M. (2020). The effects of cavity disinfection on the nanoleakage of compomer restorations: an in vitro study. *European Oral Research*, 16–24. <https://doi.org/10.26650/eor.20200053>

- Arslan, Yazici, Görücü, J., Pala, K., Antonson, D. E., Antonson, S. A., & Silici, S. (2012). Comparison of the effects of Er,Cr:YSGG laser and different cavity disinfection agents on microleakage of current adhesives. *Lasers in Medical Science*, 27(4), 805–811. <https://doi.org/10.1007/s10103-011-0980-4>
- Askar, H., Krois, J., Göstemeyer, G., Bottenberg, P., Zero, D., Banerjee, A., & Schwendicke, F. (2020). Secondary caries: what is it, and how it can be controlled, detected, and managed? *Clinical Oral Investigations*, 24(5), 1869–1876. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03268-7>
- Athanassiadis, B., Abbott, P., & Walsh, L. (2007). The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Australian Dental Journal*, 52(s1). <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2007.tb00527.x>
- Attrill, D. C., Davies, R. M., King, T. A., Dickinson, M. R., & Blinkhorn, A. S. (2004). Thermal effects of the Er:YAG laser on a simulated dental pulp: a quantitative evaluation of the effects of a water spray. *Journal of Dentistry*, 32(1), 35–40. [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(03\)00137-4](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(03)00137-4)
- Azarpazhooh, A., & Limeback, H. (2008). The application of ozone in dentistry: A systematic review of literature. *Journal of Dentistry*, 36(2), 104–116. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2007.11.008>
- Bakır, E. P., Ünal, S., & Bakır, Ş. (2022). Kavite dezenfektanları ile antibakteriyel içerikli adeziv ajanların kombine kullanımının antibakteriyel etkisi\*. *Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi*, 27(1), 77–84. <https://doi.org/10.21673/anadoluklin.926911>
- Baseggio, W., Consolmagno, E. C., Carvalho, F. L. N. de, Ueda, J. K., Schmitt, V. L., Formighieri, L. A., & Naufel, F. S. (2009). Effect of deproteinization and tubular occlusion on microtensile bond strength and marginal microleakage of resin composite restorations. *Journal of Applied Oral Science*, 17(5), 462–466. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572009000500021>
- Bayrak, Ş., Şen, T., & Eğilmez, T. (2010). *Ebeveyn dental kaygısı ve sosyodemografik faktörlerin çocukların dental ve kaygısı üzerine etkileri*.
- Baysan, A., & Lynch, E. (2004). Effect of ozone on the oral microbiota and clinical severity of primary root caries. *American Journal of Dentistry*, 17(1), 56–60.

- Bedran de Castro, A. K. B., Pereira, P. N. R., Pimenta, L. A. F., & Thompson, J. Y. (2004). Effect of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strength of a total-etch adhesive system. *Operative Dentistry*, 29(2), 150–156.
- Bektaş, Ö. (2023). Cavity Disinfection in Operative Dentistry- Review. *Journal of International Dental Sciences*. <https://doi.org/10.21306/dishekimligi.1128565>
- Berkowitz, R. J., Koo, H., McDermott, M. P., Whelehan, M. T., Ragusa, P., Kopycka-Kedzierawski, D. T., Karp, J. M., & Billings, R. (2009). Adjunctive Chemotherapeutic Suppression of Mutans Streptococci in the Setting of Severe Early Childhood Caries: An Exploratory Study. *Journal of Public Health Dentistry*, 69(3), 163–167. <https://doi.org/10.1111/j.1752-7325.2009.00118.x>
- Bhandary, S., Reddy, M. S. C., Mahesh, M., Pramod, J., & Shetty, A. (2013). Evaluation of Effect of Different Cavity Disinfectants on Shear Bond Strength of Composite Resin to Dentin using Two-Step Self-Etch and One-Step Self-Etch Bonding Systems: A Comparative in vitro Study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(2), 275–280. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1313>
- Bin-Shuwaish, M. S. (2016). Effects and Effectiveness of Cavity Disinfectants in Operative Dentistry: A Literature Review. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(10), 867–879. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1946>
- Bjørndal, L., Larsen, T., & Thylstrup, A. (1997). A Clinical and Microbiological Study of Deep Carious Lesions during Stepwise Excavation Using Long Treatment Intervals. *Caries Research*, 31(6), 411–417. <https://doi.org/10.1159/000262431>
- Bodecker, C. F. (1938). Histologic Evidence of the Benefits of Temporary Fillings and the Successful Pulp Capping of Deciduous Teeth\*\*From the Research Laboratory of Oral Histology, Columbia University, School of Dental and Oral Surgery. *The Journal of the American Dental Association and The Dental Cosmos*, 25(5), 777–788. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1938.0115>
- Bowen, R. L., Eick, J. D., Henderson, D. A., & Anderson, D. W. (1984). Smear layer: removal and bonding considerations. *Operative Dentistry. Supplement*, 3, 30–34.

- Braga, R. R., Meira, J. B. C., Boaro, L. C. 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>
- Brailo, V., Boras, V. V., Alajbeg, I., & Juras, V. (2006). Delayed contact sensitivity on the lips and oral mucosa due to propolis-case report. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 11(4), E303-4.
- Brambilla, E., & Ionescu, A. (2021). *Oral biofilms and secondary caries formation*.
- Brännström, M. (1987). Infection beneath composite resin restorations: can it be avoided? *Operative Dentistry*, 12(4), 158–163.
- Brännström, M., Nordenvall, K. J., & Glantz, P.-O. (1980). The Effect of EDTA-containing Surface- active Solutions on the Morphology of Prepared Dentin: An in vivo Study. *Journal of Dental Research*, 59(7), 1127–1131. <https://doi.org/10.1177/00220345800590070501>
- Brännström, M., & Nyborg, H. (1973). Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effect on the pulp. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 30(3), 303–310. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(73\)90187-x](https://doi.org/10.1016/0022-3913(73)90187-x)
- Breschi, L., Cammelli, F., Visintini, E., Mazzoni, A., Vita, F., Carrilho, M., Cadenaro, M., Foulger, S., Mazzoti, G., Tay, F. R., Di Lenarda, R., & Pashley, D. (2009). Influence of chlorhexidine concentration on the durability of etch-and-rinse dentin bonds: a 12-month in vitro study. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 11(3), 191–198.
- Brookes, Z. L. S., Bescos, R., Belfield, L. A., Ali, K., & Roberts, A. (2020). Current uses of chlorhexidine for management of oral disease: a narrative review. *Journal of Dentistry*, 103, 103497. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103497>
- Budimir, V., Brailo, V., Alajbeg, I., Vučićević Boras, V., & Budimir, J. (2012). Allergic contact cheilitis and perioral dermatitis caused by propolis: case report. *Acta Dermatovenerologica Croatica : ADC*, 20(3), 187–190.
- Budisak, P., & Brizuela, M. (2025). *Dental Caries Classification Systems*.
- Bueno-Silva, B., Alencar, S. M., Koo, H., Ikegaki, M., Silva, G. V. J., Napimoga, M. H., & Rosalen, P. L. (2013). Anti-Inflammatory and Antimicrobial Evaluation of Neovestitol and Vestitol Isolated from Brazilian Red Propolis.

- Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(19), 4546–4550.  
<https://doi.org/10.1021/jf305468f>
- Burger, K. M., Cooley, R. L., & Garcia-Godoy, F. (1992). Effect of Thermocycling Times on Dentin Bond Strength bond. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 4(6), 197–198. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.1992.tb00696.x>
- Burkes, E. J., Hoke, J., Gomes, E., & Wolbarsht, M. (1992). Wet versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 67(6), 847–851. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(92\)90599-6](https://doi.org/10.1016/0022-3913(92)90599-6)
- Cadenaro, M., Delise, C., Antoniollo, F., Navarra, O. C., Di Lenarda, R., & Breschi, L. (2009). Enamel and dentin bond strength following gaseous ozone application. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 11(4), 287–292.
- Campos, E. A. de, Correr, G. M., Leonardi, D. P., Pizzatto, E., & Morais, E. C. (2009). Influence of chlorhexidine concentration on microtensile bond strength of contemporary adhesive systems. *Brazilian Oral Research*, 23(3), 340–345. <https://doi.org/10.1590/S1806-83242009000300019>
- Campos, Lessa, Maria, Aranha, Nogueira, Maria, Giro, Hebling, Alberto, & Costa. (2009). *Toxicity of chlorhexidine on odontoblast-like cells*. [www.scielo.br/jaos](http://www.scielo.br/jaos)
- Canares, G., Hsu, K. L., Dhar, V., & Katechia, B. (2018). Evidence-based care pathways for management of early childhood caries. *General Dentistry*, 66(6), 24–28.
- Cangul, S., Erpacal, B., Adiguzel, O., Sagmak, S., Unal, S., & Tekin, S. (2020). Does the Use of Ozone as a Cavity Disinfectant Affect the Bonding Strength of Antibacterial Bonding Agents? *Ozone: Science and Engineering*, 42(6), 565–570. <https://doi.org/10.1080/01919512.2020.1746633>
- Cardoso, J. G., Iorio, N. L. P., Rodrigues, L. F., Couri, M. L. B., Farah, A., Maia, L. C., & Antonio, A. G. (2016). Influence of a Brazilian wild green propolis on the enamel mineral loss and Streptococcus mutans' count in dental biofilm. *Archives of Oral Biology*, 65, 77–81. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2016.02.001>
- Castillo, A., Galindo-Moreno, P., Avila, G., Valderrama, M., Liébana, J., & Baca, P. (2008). In vitro reduction of mutans streptococci by means of ozone gas application. *Quintessence International (Berlin, Germany: 1985)*, 39(10), 827–831.

- Caufield, P. W., & Gibbons, R. J. (1979). Suppression of *Streptococcus mutans* in the Mouths of Humans by a Dental Prophylaxis and Topically-applied Iodine. *Journal of Dental Research*, 58(4), 1317–1326. <https://doi.org/10.1177/00220345790580040301>
- Cehreli, S. B., Yalcinkaya, Z., Guven-Polat, G., & Çehreli, Z. C. (2010). Effect of Ozone Pretreatment on the Microleakage of Pit and Fissure Sealants. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 35(2), 187–190. <https://doi.org/10.17796/jcpd.35.2.v2gn643k3774j014>
- Celiberti, P., Pazera, P., & Lussi, A. (2006). The impact of ozone treatment on enamel physical properties. *American Journal of Dentistry*, 19(1), 67–72.
- Çelik, Ç., Özel, Y., Bağış, B., & Erkut, S. (2010). Effect of Laser Irradiation and Cavity Disinfectant Application on the Microtensile Bond Strength of Different Adhesive Systems. *Photomedicine and Laser Surgery*, 28(2), 267–272. <https://doi.org/10.1089/pho.2009.2509>
- Cenci, M. S., Pereira-Cenci, T., Donassollo, T. A., Sommer, L., Strapasson, A., & Demarco, F. F. (2008). Influence of thermal stress on marginal integrity of restorative materials. *Journal of Applied Oral Science*, 16(2), 106–110. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572008000200005>
- Chan, D., & Lo, W. (1994). Residual antimicrobial action of benzalkonium chloride-containing etchant. *Journal of Dental Research*, 73–226.
- Chauhan, K., Shivanna, V., & Basavanna, R. (2015). Effect of bromelain enzyme for dentin deproteinization on bond strength of adhesive system. *Journal of Conservative Dentistry*, 18(5), 360. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.164029>
- Chaurasiya, A., & Sahib Gurudwara, N. (2025). *Pedodontics Ozone Therapy in Pediatric Dentistry: A Review*.
- Cheung, H.-Y., Wong, M. M.-K., Cheung, S.-H., Liang, L. Y., Lam, Y.-W., & Chiu, S.-K. (2012). Differential Actions of Chlorhexidine on the Cell Wall of *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli*. *PLoS ONE*, 7(5), e36659. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036659>
- Chhina, S., Singh, A., Menon, I., Singh, R., Sharma, A., & Aggarwal, V. (2016). A randomized clinical study for comparative evaluation of Aloe Vera and 0.2% chlorhexidine gluconate mouthwash efficacy on de-novo plaque formation.

- Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 6(3), 251. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.183109>
- Chisini, L. A., Collares, K., Cademartori, M. G., de Oliveira, L. J. C., Conde, M. C. M., Demarco, F. F., & Corrêa, M. B. (2018). Restorations in primary teeth: a systematic review on survival and reasons for failures. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 28(2), 123–139. <https://doi.org/10.1111/ipd.12346>
- Coelho, A., Amaro, I., Apolônio, A., Paula, A., Saraiva, J., Ferreira, M. M., Marto, C. M., & Carrilho, E. (2021). Effect of cavity disinfectants on adhesion to primary teeth—a systematic review. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 22, Issue 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijms22094398>
- Cordeiro, K. de A., & Vera, S. A. A. (2024). Eficácia da própolis em aplicações odontológicas: Um estudo de revisão. *Research, Society and Development*, 13(8), e1013846521. <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i8.46521>
- Correr, G. M., Puppini-Rontani, R. M., Correr-Sobrinho, L., Sinhoret, M. A. C., & Consani, S. (2004). Effect of sodium hypochlorite on dentin bonding in primary teeth. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 6(4), 307–312.
- Cox, C. F., Hafez, A. A., Akimoto, N., Otsuki, M., & Mills, J. C. (1999). Biological basis for clinical success: pulp protection and the tooth-restoration interface. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry : PPAD*, 11(7), 819–826; quiz 827.
- Craigbaumgartner, J., & Mader, C. (1987). A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *Journal of Endodontics*, 13(4), 147–157. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(87\)80132-2](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(87)80132-2)
- Da Fonseca, M. A., & Rohr Inglehart, M. (2022). *Early childhood caries and quality of life: Child and parent perspectives*. <https://www.researchgate.net/publication/8980934>
- Dähnhardt, J. E., Jaeggi, T., & Lussi, A. (2006). Treating open carious lesions in anxious children with ozone. A prospective controlled clinical study. *American Journal of Dentistry*, 19(5), 267–270.
- Dalkilic, E. E., Arisu, H. D., Kivanc, B. H., Uctasli, M. B., & Omurlu, H. (2012). Effect of different disinfectant methods on the initial microtensile bond strength of a self-etch adhesive to dentin. *Lasers in Medical Science*, 27(4), 819–825. <https://doi.org/10.1007/s10103-011-0987-x>

- Daniştı, K., & Serin, A. B. (2019). *Propolis ve Hypericum Perforatum Özütünün Kavite Dezenfektanı Olarak Uygulanmasının Ardından Resin Esaslı Fissür Örtücünün Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi*.
- Davari, A., Sadeghi, M., & Bakhshi, H. (2013). Shear Bond Strength of an Etch-and-rinse Adhesive to Er:YAG Laser- and/or Phosphoric Acid-treated Dentin. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 7(2), 67–73. <https://doi.org/10.5681/joddd.2013.012>
- de Oliveira, M. T., Reis, A. F., Arrais, C. A. G., Cavalcanti, A. N., Aranha, A. C. C., de Paula Eduardo, C., & Giannini, M. (2013). Analysis of the interfacial micromorphology and bond strength of adhesive systems to Er:YAG laser-irradiated dentin. *Lasers in Medical Science*, 28(4), 1069–1076. <https://doi.org/10.1007/s10103-012-1157-5>
- Deery, C. (2005). Atraumatic restorative techniques could reduce discomfort in children receiving dental treatment. *Evidence-Based Dentistry*, 6(1), 9–9. <https://doi.org/10.1038/sj.ebd.6400310>
- Demidova, T. N., & Hamblin, M. R. (2004). Photodynamic Therapy Targeted to Pathogens. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, 17(3), 245–254. <https://doi.org/10.1177/039463200401700304>
- Dinç, G. (2012). *Kavite Dezenfektanlarının Antibakteriyel Özellikleri, Bağlanma Dayanımı ve Mikrosızıntı Üzerine Etkileri (Derleme)*.
- Domb, W. C. (2014). Ozone Therapy in Dentistry. *Interventional Neuroradiology*, 20(5), 632–636. <https://doi.org/10.15274/INR-2014-10083>
- Dukić, W., Dukić, O. L., & Milardović, S. (2009). The influence of Healozone on microleakage and fissure penetration of different sealing materials. *Collegium Antropologicum*, 33(1), 157–162.
- Elgezawi, M., Haridy, R., Abdalla, M. A., Heck, K., Draenert, M., & Kaisarly, D. (2022). Current Strategies to Control Recurrent and Residual Caries with Resin Composite Restorations: Operator- and Material-Related Factors. *Journal of Clinical Medicine*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/jcm11216591>
- El-Housseiny, A., & Jamjoum, H. (2001). The effect of caries detector dyes and a cavity cleansing agent on composite resin bonding to enamel and dentin. In *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* (Vol. 25, Issue 1). <https://doi.org/10.17796/jcpd.25.1.781012816642v3t5>

- Elkassas, D. W., Fawzi, E. M., & El Zohairy, A. (2014). The effect of cavity disinfectants on the micro-shear bond strength of dentin adhesives. *European Journal of Dentistry*, 08(02), 184–190. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.130596>
- ElMansy, M. M., Tadros, S. S. T., Saleh, R. S., Abdelmonem, R., El Menoufy, H., & Shawky, N. (2023). Comparative evaluation on the effect of different cavity disinfectant nano gels; Chlorhexidine, Propolis, Liquorice versus Diode Laser in terms of composite microleakage (comparative in vitro study). *BDJ Open*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41405-023-00176-2>
- Elmas, M. S., Göncü Başaran, E., & İzgi, A. D. (2021). Diş Hekimliğinde Kullanılan Bağlanma Dayanımı Test Metotları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 1–1. <https://doi.org/10.17567/ataunidfd.820990>
- Elmenshawy, M. Z., El-Haliem, H. A., Mowafy, A. M., & Hamama, H. H. (2024). Effect of ethanolic extract of propolis on antibacterial and microshear bond strength of glass-ionomer restorations to dentin. *Heliyon*, 10(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23710>
- Emilson, C. G. (1994). Potential Efficacy of Chlorhexidine against Mutans Streptococci and Human Dental Caries. *Journal of Dental Research*, 73(3), 682–691. <https://doi.org/10.1177/00220345940730031401>
- Ercan, E., Erdemir, A., Zorba, Y. O., Eldeniz, A. U., Dalli, M., Ince, B., & Kalaycioglu, B. (2009). Effect of different cavity disinfectants on shear bond strength of composite resin to dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 11(5), 343–346.
- Ernst, C.-P., Canbek, K., Euler, T., & Willershausen, B. (2004). In vivo validation of the historical in vitro thermocycling temperature range for dental materials testing. *Clinical Oral Investigations*, 8(3). <https://doi.org/10.1007/s00784-004-0267-2>
- Ersin, N. K., Candan, U., Aykut, A., Eronat, C., & Belli, S. (2009). No adverse effect to bonding following caries disinfection with chlorhexidine. *Journal of Dentistry for Children (Chicago, Ill.)*, 76(1), 20–27.
- Estrela, C., Ribeiro, R. G., Estrela, C. R. A., Pécora, J. D., & Sousa-Neto, M. D. (2003). Antimicrobial effect of 2% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine tested by different methods. *Brazilian Dental Journal*, 14(1), 58–62. <https://doi.org/10.1590/S0103-64402003000100011>

- Fagrell, T. G., Dietz, W., Lingström, P., Steiniger, F., & Norén, J. G. (2008). Effect of ozone treatment on different cariogenic microorganisms in vitro. *Swedish Dental Journal*, 32(3), 139–147.
- Fani, M., & Kohanteb, J. (2012). Inhibitory activity of Aloe vera gel on some clinically isolated cariogenic and periodontopathic bacteria. *Journal of Oral Science*, 54(1), 15–21. <https://doi.org/10.2334/josnurd.54.15>
- Fardai, O., & Turnbull, R. S. (1986). A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *The Journal of the American Dental Association*, 112(6), 863–869. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1986.0118>
- Fass, E. (1962). Is bottle feeding of milk a factor in dental caries? In *J Dent Child* (Vol. 29, pp. 245–251).
- Fava, L. R. G., & Saunders, W. P. (1999). Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *International Endodontic Journal*, 32(4), 257–282. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1999.00232.x>
- Fawzy, A. S., Amer, M. A., & El-Askary, F. S. (2008). Sodium hypochlorite as dentin pretreatment for etch-and-rinse single-bottle and two-step self-etching adhesives: atomic force microscope and tensile bond strength evaluation. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 10(2), 135–144.
- Fazlara, A., & Ekhtelat, M. (2012). *The disinfectant effects of benzalkonium chloride on some important foodborne pathogens*. <https://www.researchgate.net/publication/283600271>
- Featherstone, J. D. B. (2008). Dental caries: a dynamic disease process. *Australian Dental Journal*, 53(3), 286–291. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2008.00064.x>
- Featherstone, J. D. B., Crystal, Y. O., Alston, P., Chaffee, B. W., Doméjean, S., Rechmann, P., Zhan, L., & Ramos-Gomez, F. (2021). Evidence-Based Caries Management for All Ages-Practical Guidelines. In *Frontiers in Oral Health* (Vol. 2). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/froh.2021.657518>
- Ferracane, J. L., Berge, H. X., & Condon, J. R. (1998). *In vitro aging of dental composites in water-Effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling*.
- Ferraz, N. K. L., Nogueira, L. C., Pinheiro, M. L. P., Marques, L. S., Ramos-Jorge, M. L., & Ramos-Jorge, J. (2014). Clinical consequences of untreated dental

- caries and toothache in preschool children. *Pediatric Dentistry*, 36(5), 389–392.
- Ferro, V. A., Bradbury, F., Cameron, P., Shakir, E., Rahman, S. R., & Stimson, W. H. (2003). In Vitro Susceptibilities of *Shigella flexneri* and *Streptococcus pyogenes* to Inner Gel of *Aloe barbadensis* Miller. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 47(3), 1137–1139. <https://doi.org/10.1128/AAC.47.3.1137-1139.2003>
- Firat, E., Gurgan, S., & Gutknecht, N. (2012). Microtensile bond strength of an etch-and-rinse adhesive to enamel and dentin after Er:YAG laser pretreatment with different pulse durations. *Lasers in Medical Science*, 27(1), 15–21. <https://doi.org/10.1007/s10103-010-0830-9>
- Francisconi-dos-Rios, Luciana Fávaro, Casas-Apayco, Leslie Carroll, Calabria, M. P., Francisconi, P. A. S., Borges, A. F. S., & Wang, L. (2015). Role of chlorhexidine in bond strength to artificially eroded dentin over time. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 17(2), 133–139. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a34059>
- Frankenberger, R., Strobel, W. O., Krämer, N., Lohbauer, U., Winterscheidt, J., Winterscheidt, B., & Petschelt, A. (2003). Evaluation of the fatigue behavior of the resin–dentin bond with the use of different methods. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 67B(2), 712–721. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.10052>
- Franzon, R., Opdam, N. J., Guimarães, L. F., Demarco, F. F., Casagrande, L., Haas, A. N., & Araujo, F. B. (2015). Randomized controlled clinical trial of the 24-months survival of composite resin restorations after one-step incomplete and complete excavation on primary teeth. *Journal of Dentistry*, 43(10), 1235–1241. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.07.011>
- Frencken. (1997). *Manual for the atraumatic restorative treatment approach to control dental caries* (3rd ed.). WHO Collaborating Centre for Oral Health Services Research.
- Frencken. (2010). The ART approach using glass-ionomers in relation to global oral health care. *Dental Materials*, 26(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.08.013>

- Gale, M. S., & Darvell, B. W. (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of Dentistry*, 27(2), 89–99. [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(98\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(98)00037-2)
- Garcia, L., Jr. Wilson, M., Ruberval, L., Osvaldo, de F., Cristiane, S., Jr. Soraya, M., & Mônica, R. (2011). Biocompatibility assessment of pastes containing Copaiba oilresin, propolis, and calcium hydroxide in the subcutaneous tissue of rats. *Journal of Conservative Dentistry*, 14(2), 108. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.82601>
- Garg, N., & Bogra, P. (2015). Dental Caries. In *Textbook of Operative Dentistry* (pp. 40–40). Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd. [https://doi.org/10.5005/jp/books/12530\\_6](https://doi.org/10.5005/jp/books/12530_6)
- Ghisalberti, E. L. (1979). Propolis: A Review. *Bee World*, 60(2), 59–84. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1979.11097738>
- Gilbert, P., & Moore, L. E. (2005). Cationic antiseptics: diversity of action under a common epithet. *Journal of Applied Microbiology*, 99(4), 703–715. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2005.02664.x>
- Godbole, E., Tyagi, S., Kulkarni, P., Singla, S., Mali, S., & Helge, S. (2019). Efficacy of Liquorice and Propolis Extract Used as Cavity Cleaning Agents against Streptococcus mutans in Deciduous Molars Using Confocal Microscopy: An In Vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 12(3), 194–200. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1620>
- Goel, S., Sinha, D. J., Singh, U. P., Ahuja, U., Haider, N., & Sharma, N. (2019). Comparative evaluation of effect of chlorhexidine, Azadirachta indica (neem), and Aloe barbadensis miller (Aloe vera) on resin-dentin bond stabilization using shear bond testing: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 22(3), 300–304. [https://doi.org/10.4103/jcd.jcd\\_11\\_19](https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_11_19)
- Gomes, B. P. F. A., Souza, S. F. C., Ferraz, C. C. R., Teixeira, F. B., Zaia, A. A., Valdrighi, L., & Souza-Filho, F. J. (2003). Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine *in vitro*. *International Endodontic Journal*, 36(4), 267–275. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2003.00634.x>
- Gonçalves, M., Corona, S. A. M., Palma-Dibb, R. G., & Pécora, J. D. (2008). Influence of pulse repetition rate of Er:YAG laser and dentin depth on tensile

- bond strength of dentin–resin interface. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 86A(2), 477–482. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.31636>
- Graf, P. (1999). Adverse Effects of benzalkonium chloride on the nasal mucosa: Allergic rhinitis and rhinitis medicamentosa. *Clinical Therapeutics*, 21(10), 1749–1755. [https://doi.org/10.1016/S0149-2918\(99\)80053-8](https://doi.org/10.1016/S0149-2918(99)80053-8)
- Gross, L. C., Griffen, A. L., & Casamassimo, P. S. (2001). Compomers as Class II restorations in primary molars. *Pediatric Dentistry*, 23(1), 24–27.
- Gryst, M. E. I., & Mount, G. J. (1999). The use of glass ionomer in special needs patients. *Australian Dental Journal*, 44(4), 268–274. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1999.tb00231.x>
- Gultz, J., Do, L., Boylan, R., Kaim, J., & Scherer, W. (1999). Antimicrobial activity of cavity disinfectants. *General Dentistry*, 47(2), 187–190.
- Gunaydin, Z., Yazici, A., & Cehreli, Z. (2016). In Vivo and In Vitro Effects of Chlorhexidine Pretreatment on Immediate and Aged Dentin Bond Strengths. *Operative Dentistry*, 41(3), 258–267. <https://doi.org/10.2341/14-231-C>
- Güneş, Ş., Bahsi, E., Ince, B., Çolak, H., Dalli, M., Yavuz, I., Sahbaz, C., & Cangül, S. (2014). Comparative Evaluation of the Effects of Ozone, Diode Laser, and Traditional Cavity Disinfectants on Microleakage. *Ozone: Science and Engineering*, 36(2), 206–211. <https://doi.org/10.1080/01919512.2013.842888>
- Guo, X., & Mei, N. (2016). Aloe vera: A review of toxicity and adverse clinical effects. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 34(2), 77–96. <https://doi.org/10.1080/10590501.2016.1166826>
- Haapasalo, M., Qian, W., & Shen, Y. (2012). Irrigation: beyond the smear layer. *Endodontic Topics*, 27(1), 35–53. <https://doi.org/10.1111/etp.12030>
- Hacıoğulları, İ., Ulusoy, N., & Cengiz, E. (2016). Derin Dentin Çürüklerinin Tedavisinde Alternatif Yöntemler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 120–120. <https://doi.org/10.17567/ataunidfd.290602>
- Hallett, K. B., & O'Rourke, P. K. (2006). Pattern and severity of early childhood caries. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 34(1), 25–35. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2006.00246.x>
- Hambire, C., & Hambire, U. (2020). Glycyrrhiza glabra: Its role in dentistry. *SRM Journal of Research in Dental Sciences*, 11(2), 106. [https://doi.org/10.4103/srmjrds.srmjrds\\_94\\_19](https://doi.org/10.4103/srmjrds.srmjrds_94_19)

- Hay, K. D., & Greig, D. E. (1990). Propolis allergy: A cause of oral mucositis with ulceration. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 70(5), 584–586. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(90\)90403-F](https://doi.org/10.1016/0030-4220(90)90403-F)
- Hegde, V., & Kesaria, D. (2013). Comparative evaluation of antimicrobial activity of neem, propolis, turmeric, liquorice and sodium hypochlorite as root canal irrigants against *E. Faecalis* and *C. Albicans* - An in vitro study. *Endodontology*, 25(2), 38. <https://doi.org/10.4103/0970-7212.352328>
- Heling, Rotstein, I., Dinur, T., Szweclevine, Y., & Steinberg, D. (2001). Bactericidal and Cytotoxic Effects of Sodium Hypochlorite and Sodium Dichloroisocyanurate Solutions In Vitro. *Journal of Endodontics*, 27(4), 278–280. <https://doi.org/10.1097/00004770-200104000-00009>
- Helvatjoglu-Antoniades, M., Koliniotou-Kubia, E., & Dionyssopoulos, P. (2004). The effect of thermal cycling on the bovine dentine shear bond strength of current adhesive systems. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(9), 911–917. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2004.01318.x>
- Herrmann, G., Reimann, S., Daratsianos, N., Weber, A., Keilig, L., Nadal, J., & Bourauel, C. (2020). Comparison of different standardised bond strength tests and the influence of glycine powder treatment in composite resin repairs. *International Dental Research*, 10(2), 36–43. <https://doi.org/10.5577/intdentres.2020.vol10.no2.2>
- Hilton, T. J. (2009). Keys to Clinical Success with Pulp Capping: A Review of the Literature. *Operative Dentistry*, 34(5), 615–625. <https://doi.org/10.2341/09-132-0>
- Hitosugi, M., Maruyama, K., & Takatsu, A. (1998). A case of fatal benzalkonium chloride poisoning. *International Journal of Legal Medicine*, 111(5), 265–266. <https://doi.org/10.1007/s004140050166>
- Holmgren, C. J., Roux, D., & Doméjean, S. (2013). Minimal intervention dentistry: part 5. Atraumatic restorative treatment (ART) – a minimum intervention and minimally invasive approach for the management of dental caries. *British Dental Journal*, 214(1), 11–18. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2012.1175>
- Hosaka, K., Nakajima, M., Takahashi, M., Itoh, S., Ikeda, M., Tagami, J., & Pashley, D. H. (2010). Relationship between mechanical properties of one-step self-etch adhesives and water sorption. *Dental Materials*, 26(4), 360–367. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.12.007>

- Hossain, M., Nakamura, Y., Yamada, Y., Murakami, Y., & Matsumoto, K. (2002). Compositional and structural changes of human dentin following caries removal by Er, Cr: YSGG laser irradiation in primary teeth. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 26(4), 377–382. <https://doi.org/10.17796/jcpd.26.4.t314pk16058200v0>
- Hotz, P. R. (2006). Advances in Operative Dentistry. In Tay F.R & Pashley D.H (Eds.), *Advances in Operative Dentistry, Volume 2: Challenges of the Future* (Vol. 2, pp. 181–198). Quintessence Publishing.
- Hubbezoglu I, Hürmüzlü F, & Bolayır Giray. (2005). *Yeni Nesil Self-Etching Adeziv Sistemlerin Mikrogerilim Bağlanma Dayanımlarının Karşılaştırılması Olarak İncelenmesi*.
- Hülsmann, M., & Hahn, W. (2000). Complications during root canal irrigation – literature review and case reports. *International Endodontic Journal*, 33(3), 186–193. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2000.00303.x>
- Ismail, A. I., & Sohn, W. (1999). A Systematic Review of Clinical Diagnostic Criteria of Early Childhood Caries. *Journal of Public Health Dentistry*, 59(3), 171–191. <https://doi.org/10.1111/j.1752-7325.1999.tb03267.x>
- Jafer, M. A., Qadiri, A. A. Q., Mtwam, N. A., Hakami, A. H., Mowkly, A. A., Bhandi, S., & Patil, S. (2022). Influence of Human and Bacterial Enzymes on Resin Restorations: A Review. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 23(3), 371–377. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3250>
- Jain, E., Pandey, R., & Khanna, R. (2013). Liquorice root extracts as potent cariostatic agents in pediatric practice. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 31(3), 146. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.117964>
- Jhingan, P., Sachdev, V., Sandhu, M., & Sharma, K. (2015). Shear Bond Strength of Self-etching Adhesives to Cavities Prepared by Diamond Bur or Er,Cr:YSGG Laser and Effect of Prior Acid Etching. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 17(6), 505–512. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a35259>
- Johansson, E., Claesson, R., & van Dijken, J. W. V. (2009). Antibacterial effect of ozone on cariogenic bacterial species. *Journal of Dentistry*, 37(6), 449–453. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.02.004>
- Jowkar, Z., Farpour, N., Koohpeima, F., Mokhtari, M. J., & Shafiei, F. (2018). Effect of silver nanoparticles, zinc oxide nanoparticles and titanium dioxide

- nanoparticles on microshear bond strength to enamel and dentin. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 19(11), 1405–1412. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2440>
- Kalyoncuoğlu, E., Gönülol, N., Demiryürek, E. Ö., & Bodrumlu, E. (2015). Effect of propolis as a root canal irrigant on bond strength to dentin. *Journal of Applied Biomaterials and Functional Materials*, 13(4), e362–e366. <https://doi.org/10.5301/jabfm.5000240>
- Kambizi, L., & Afolayan, A. J. (2008). Extracts from *Aloe ferox* and *Withania somnifera* inhibit *Candida albicans* and *Neisseria gonorrhoea*. *African Journal of Biotechnology*, 7(1), 12–015. <https://doi.org/10.5897/AJB07.667>
- Kapdan, A., & Öztaş, N. (2015). Effects of chlorhexidine and gaseous ozone on microleakage and on the bond strength of dentin bonding agents with compomer restoration on primary teeth. *Journal of Dental Sciences*, 10(1), 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2013.02.026>
- Kaptan, A., & Hurmuzlu, F. (2021). INfluence Of Different Cavity Disinfection Solutions And Laser Systems On Repair Bond Strength Of Silorane Based CompositE. *Cumhuriyet Dental Journal*, 24(3), 232–243. <https://doi.org/10.7126/cumudj.910642>
- Kelly, J. R., Benetti, P., Rungruanganunt, P., & Bona, A. Della. (2012). The slippery slope – Critical perspectives on in vitro research methodologies. *Dental Materials*, 28(1), 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.09.001>
- Khafagi, M., Gheith, M., Moharrum, H., Ahmed, M., ali, riham, & elmansy, maryam. (2025). *The effect of Chlorohexidine, Er:YAG Laser and Diode Laser 980 nm as Dental Cavity Disinfectants on Dentine Morphology and Microleakage of Composite Restoration: An In Vitro Study*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7345490/v1>
- Khamverdi, Z., Kasraei, S., & Azarsina, M. (2013). Effect of Ethylene diamine tetra acetic acid and sodium hypochlorite solution conditioning on microtensile bond strength of one-step self-etch adhesives. *Journal of Conservative Dentistry*, 16(3), 243. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.111324>
- Khan, W., Saraf, B. G., Yadav, G. K., Mendiratta, P., Prakash, S., & Sharma, V. (2024). Comparison of Antimicrobial Efficacy of Liquorice and Chlorhexidine Gel as Cavity Disinfectants in Deciduous Molars: A Randomized Controlled

- Trial. *World Journal of Dentistry*, 15(8), 672–680. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-2480>
- Khoroushi, M., & Rafiei, E. (2013). Effect of thermocycling and water storage on bond longevity of two self-etch adhesives. *General Dentistry*, 61(3), 39–44.
- Khurshid, Z., Zafar, M., Qasim, S., Shahab, S., Naseem, M., & AbuReqaiba, A. (2015). Advances in Nanotechnology for Restorative Dentistry. *Materials*, 8(2), 717–731. <https://doi.org/10.3390/ma8020717>
- Kidd, E. A. M., Joyston-Bechal, S., & Beighton, D. (1993). Microbiological Validation of Assessments of Caries Activity during Cavity Preparation. *Caries Research*, 27(5), 402–408. <https://doi.org/10.1159/000261571>
- Kim, B.-R., Oh, M.-H., & Shin, D.-H. (2017). Effect of cavity disinfectants on antibacterial activity and microtensile bond strength in class I cavity. *Dental Materials Journal*, 36(3), 368–373. <https://doi.org/10.4012/dmj.2016-283>
- Kimura, Y., Yonaga, K., Yokoyama, K., Watanabe, H., Wang, X., & Matsumoto, K. (2003). Histopathological Changes in Dental Pulp Irradiated by Er:YAG Laser: A Preliminary Report on Laser Pulpotomy. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 21(6), 345–350. <https://doi.org/10.1089/104454703322650149>
- Konopka, K., & Goslinski, T. (2007). Photodynamic Therapy in Dentistry. *Journal of Dental Research*, 86(8), 694–707. <https://doi.org/10.1177/154405910708600803>
- Krejci, I., Mueller, E., & Lutz, F. (1994). Effects of Thermocycling and Occlusal Force on Adhesive Composite Crowns. *Journal of Dental Research*, 73(6), 1228–1232. <https://doi.org/10.1177/00220345940730061501>
- Krüger, J., Maletz, R., Ottl, P., & Warkentin, M. (2018). In vitro aging behavior of dental composites considering the influence of filler content, storage media and incubation time. *PLOS ONE*, 13(4), e0195160. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195160>
- Kumar, G., Devanand, G., John, B., Ankit, Y., Khursheed, O., & Sumit, M. (2014). Preliminary Antiplatelet Efficacy of &Aloe Vera Mouthwash on 4 Day Plaque Re -Growth Model: Randomized Control Trial. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 24(2), 139. <https://doi.org/10.4314/ejhs.v24i2.6>
- Kunawarote, S., Nakajima, M., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2011). Effect of pretreatment with mildly acidic hypochlorous acid on adhesion to caries-

- affected dentin using a self-etch adhesive. *European Journal of Oral Sciences*, 119(1), 86–92. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2010.00788.x>
- Kunawarote, S., Nakajima, M., Shida, K., Kitasako, Y., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2010). Effect of dentin pretreatment with mild acidic HOCl solution on microtensile bond strength and surface pH. *Journal of Dentistry*, 38(3), 261–268. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.11.006>
- Lacerda-Santos, R., Sampaio, G. A. de M., Moura, M. de F. L., Carvalho, F. G. de, Santos, A. Dos, Pithon, M. M., & Alves, P. M. (2016). Effect of Different Concentrations of Chlorhexidine in Glass-ionomer Cements on In Vivo Biocompatibility. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 18(4), 325–330. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a36512>
- Larsen, C. S., Shavit, R., & Griffin, M. C. (1991). Dental Caries Evidence for Dietary Change. In *Advances in Dental Anthropology*.
- Leake, J. L., Main, P. A., & Woodward, G. L. (1997). Developing evidence-based programme guidelines for children's dental care in a dental public health unit in Ontario, Canada. *Community Dental Health*, 14(1), 11–17.
- Leung, R. L., Loesche, W. J., & Charbeneau, G. T. (1980). Effect of Dycal on Bacteria in Deep Carious Lesions. *The Journal of the American Dental Association*, 100(2), 193–197. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1980.0056>
- Lewis, C., & Bassi, L. (2022). *Minimal intervention dentistry for the child patient: The current landscape*. <https://www.researchgate.net/publication/359438833>
- Liberio, S. A., Pereira, A. L. A., Dutra, R. P., Reis, A. S., Araújo, M. J. A., Mattar, N. S., Silva, L. A., Ribeiro, M. N. S., Nascimento, F. R. F., Guerra, R. N., & Monteiro-Neto, V. (2011). Antimicrobial activity against oral pathogens and immunomodulatory effects and toxicity of geopropolis produced by the stingless bee *Melipona fasciculata* Smith. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 11(1), 108. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-11-108>
- Lima, R. V. E., Esmeraldo, M. R. A., de Carvalho, M. G. F., de Oliveira, P. T., de Carvalho, R. A., da Silva, F. L., & de Brito Costa, E. M. M. (2011). Pulp repair after pulpotomy using different pulp capping agents: a comparative histologic analysis. *Pediatric Dentistry*, 33(1), 14–18.

- Longhini, R., Raksa, S. M., Oliveira, A. C. P., Svidzinski, T. I. E., & Franco, S. L. (2007). Obtenção de extratos de própolis sob diferentes condições e avaliação de sua atividade antifúngica. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 17(3), 388–395. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000300015>
- Luddin, N., & Ahmed, H. M. A. (2013). The antibacterial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against *Enterococcus faecalis*: A review on agar diffusion and direct contact methods. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, 16(1), 9–16. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.105291>
- Lusche, I., Dirk, C., Frentzen, M., & Meister, J. (2020). Cavity Disinfection With a 445 nm Diode Laser Within the Scope of Restorative Therapy – A Pilot Study. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 11(4), 417–426. <https://doi.org/10.34172/jlms.2020.66>
- Lussi, A., Filippi, A., Susanne Scherrer, B., Patrick Schmidlin, G. R., Carvalho, T. S., Simon Flury, B., Klaus Neuhaus, B., Brigitte Zimmerli, B., Altenburger, B. M., Arweiler, F. N., Attin, M. T., Blunck, Z. U., M Bornstein, B. M., Chappuis, B. V., Dagassan-Berndt, B. D., Eick, B. S., Eliades, B. T., Enkling, Z. N., Filippi, B. A., ... U Zitzmann, B. N. (2015). *The effects of matrix-metalloproteinases and chlorhexidine on the adhesive bond*.
- Mackiewicz, A., & Olczak-Kowalczyk, D. (2015). Microscopic evaluation of surface topography and chemical composition of Nanocare Gold. *Journal of Stomatology (Czasopismo Stomatologiczne)*, 67(6), 826–840. <https://doi.org/10.5604/00114553.1137107>
- Maillard, J.-Y. (2022). Impact of benzalkonium chloride, benzethonium chloride and chloroxylenol on bacterial antimicrobial resistance. *Journal of Applied Microbiology*, 133(6), 3322–3346. <https://doi.org/10.1111/jam.15739>
- Manfro, A. R. G., Reis, A., Loguercio, A. D., Imparato, J. C. P., & Raggio, D. P. (2012). Effect of different concentrations of chlorhexidine on bond strength of primary dentin. *Pediatric Dentistry*, 34, e11-5.
- Mangaiyarkarasi, S. P., Manigandan, T., Elumalai, M., Cholan, P. K., & Kaur, R. P. (2015). Benefits of Aloe vera in dentistry. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 7(Suppl 1), S255–S259. <https://doi.org/10.4103/0975-7406.155943>
- Marchesi, G., Petris, L. C., Navarra, C. O., Locatelli, R., Di Lenarda, R., Breschi, L., & Cadenaro, M. (2012). Effect of ozone application on the immediate shear

- bond strength and microleakage of dental sealants. *Pediatric Dentistry*, 34(4), 284–288.
- Martins-Júnior, P. A., Oliveira, • M, Marques, • L S, & Ramos-Jorge, • M L. (2012). *Untreated Dental Caries: Impact on Quality of Life of Children of Low Socioeconomic Status*.
- Matar, L., Dowidar, K., Talat, D., Kholeif, D., & Abdelrahman, H. (2021). Effectiveness Of Chlorhexidine As A Cavity Disinfectant In Atraumatic Restorative Treatment In Primary Teeth (Randomized Controlled Clinical Trial). *Alexandria Dental Journal*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.21608/adjalexu.2020.32224.1074>
- Mazzoni, A., Tjäderhane, L., Checchi, V., Di Lenarda, R., Salo, T., Tay, F. R., Pashley, D. H., & Breschi, L. (2015). Role of Dentin MMPs in Caries Progression and Bond Stability. *Journal of Dental Research*, 94(2), 241–251. <https://doi.org/10.1177/0022034514562833>
- McCabe, J. F. ., & Walls, Angus. (1998). *Applied dental materials*. Blackwell Science.
- McDonnell, G., & Russell, A. D. (1999). Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(1), 147–179. <https://doi.org/10.1128/CMR.12.1.147>
- McDonough, W. G., Antonucci, Joseph. M., He, J., Shimada, Y., Chiang, M. Y. M., Schumacher, G. E., & Schultheisz, C. R. (2002). A microshear test to measure bond strengths of dentin–polymer interfaces. *Biomaterials*, 23(17), 3603–3608. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(02\)00089-3](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(02)00089-3)
- Meiers, J. C., & Kresin, J. C. (1996). Cavity disinfectants and dentin bonding. *Operative Dentistry*, 21(4), 153–159.
- Merchel Piovesan Pereira, B., & Tagkopoulos, I. (2019). Benzalkonium Chlorides: Uses, Regulatory Status, and Microbial Resistance. *Applied and Environmental Microbiology*, 85(13). <https://doi.org/10.1128/AEM.00377-19>
- Mjör, I. A., & Toffenetti, F. (2000). Secondary caries: a literature review with case reports. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 31(3), 165–179.
- Mohammad, E. E. C., Amir, A. A., Soodabeh, K., & Ahmad, A. (2011). Effect of chlorhexidine on the shear bond strength of self-etch adhesives to dentin. *African Journal of Biotechnology*, 10(49), 10054–10057. <https://doi.org/10.5897/AJB11.314>

- Mohammadi. (2008). Chlorhexidine gluconate, its properties and applications in endodontics. *Iranian Endodontic Journal*, 2(4), 113–125.
- Mohammadi, & Abbott. (2009). The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *International Endodontic Journal*, 42(4), 288–302. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01540.x>
- Mohammadi, N., Parsaie, Z., Jafarpour, D., & Bizolm, F. (2020). Effect of Different Matrix Metalloproteinase Inhibitors on Shear Bond Strength of Composite Attached to Primary Teeth Dentin. *European Journal of General Dentistry*, 9(03), 147–151. [https://doi.org/10.4103/ejgd.ejgd\\_167\\_20](https://doi.org/10.4103/ejgd.ejgd_167_20)
- Moini, P., Eslami, G., & Taheri, S. (2016). In Vitro Comparative Evaluation of the Antibacterial Efficacy of Licorice Aqueous Root Extract (*Glycyrrhiza Glabra*) and Chlorhex-idine against *Lactobacillus Acidophilus*(An in-vitro study). *JRDMS*. ,2016, 1(2): 7-14. <http://www.jrdms.dentaliau.ac.ir>
- Monse, B., Heinrich-Weltzien, R., Benzian, H., Holmgren, C., & Van Palenstein Helderman, W. (2010). PUFA – An index of clinical consequences of untreated dental caries. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 38(1), 77–82. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2009.00514.x>
- Montagner, A., Skupien, J., Borges, M., Krejci, I., Bortolotto, T., & Susin, A. (2015). Effect of sodium hypochlorite as dentinal pretreatment on bonding strength of adhesive systems. *Indian Journal of Dental Research*, 26(4), 416. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.167633>
- Moore, R. (1999). Intra-oral temperature variation over 24 hours. *The European Journal of Orthodontics*, 21(3), 249–261. <https://doi.org/10.1093/ejo/21.3.249>
- Munck, J. De, Landuyt, K. Van, Coutinho, E., Poitevin, A., Peumans, M., Lambrechts, P., & Meerbeek, B. Van. (2005). Micro-tensile bond strength of adhesives bonded to class-I cavity-bottom dentin after thermo-cycling. *Dental Materials*, 21(11), 999–1007. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.11.005>
- Mutluay, A. T., & Mutluay, M. (2019). Effects of Different Disinfection Methods on Microleakage of Giomer Restorations. *European Journal of Dentistry*, 13(4), 569–573. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1698370>
- Naik, S. V., K, R., Kohli, S., Zohabhasan, S., & Bhatia, S. (2016). Ozone- A Biological Therapy in Dentistry- Reality or Myth????? *The Open Dentistry Journal*, 10(1), 196–206. <https://doi.org/10.2174/1874210601610010196>

- Nazeri, R., Ghaïour, M., & Abbasi, S. (2019). Evaluation of Antibacterial Effect of Propolis and Its Application in Mouthwash Production. *Frontiers in Dentistry*. <https://doi.org/10.18502/fid.v16i1.1103>
- Nikaido T., & Nakabayashi N. (1988). Relationship between polymerization and adhesion to teeth. *Adhesive Dent.*, 229–234.
- Nima, G., Cavalli, V., Bacelar-Sá, R., Ambrosano, G. M. B., & Giannini, M. (2020). Effects of sodium hypochlorite as dentin deproteinizing agent and aging media on bond strength of two conventional adhesives. *Microscopy Research and Technique*, 83(2), 186–195. <https://doi.org/10.1002/jemt.23401>
- Ohara, P., Torabinejad, M., & Kettering, J. D. (1993). Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *Dental Traumatology*, 9(3), 95–100. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1993.tb00258.x>
- Osborne, J. W., & Summitt, J. B. (1998). Extension for prevention: is it relevant today? *American Journal of Dentistry*, 11(4), 189–196.
- Oshvandi, K., Lotfi, R. F., Azizi, A., Tapak, L., & Larki-Harchegani, A. (2024). Comparison of the effect of licorice and chlorhexidine mouthwash on the oral health of intubated patients in the intensive care unit. *BMC Oral Health*, 24(1), 682. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04456-7>
- Özdemir Çelik, D. S., & Aslan, T. (2025). The effect of ozone application on the color stability and surface roughness of restorative materials aged with different solutions: an in vitro study. *BMC Oral Health*, 25(1), 1302. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06585-z>
- Özel, E., Yurdagüven, H., & Can Say, E. (2005). Fosforik Asit ve Dezenfektan Solüsyonların Streptococcus Mutans’a Karşı Antibakteriyel Etkisinin Saptanması. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 4, 8–14.
- Öznurhan, F., Buldur, B., Ozturk, C., & Durer, A. (2015). Effects of different cavity disinfectant procedures on microtensile bond strength of permanent teeth. *Cumhuriyet Dental Journal*, 18(2), 170–179. <https://doi.org/10.7126/cdj.58140.5000087546>
- Oznurhan, F., Buldur, B., Ozturk, C., & Ekci, Es. (2015). Effects of different cavity-disinfectants and potassium titanyl phosphate laser on microtensile bond strength to primary dentin. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 18(3), 400. <https://doi.org/10.4103/1119-3077.151774>

- Ozório, J. E. V., Carvalho, L. F. de O. E. S., de Oliveira, D. A., de Sousa-Neto, M. D., & Perez, D. E. da C. (2012). Standardized propolis extract and calcium hydroxide as pulpotomy agents in primary pig teeth. *Journal of Dentistry for Children (Chicago, Ill.)*, 79(2), 53–58.
- Palaz, E., & Olmez, A. (2021). *Evaluation of the Effects and Effectiveness of Cavity Disinfectants* (Vol. 3, Issue 1).
- Palmer, D. S., Barco, M. T., & Billy, E. J. (1992). Temperature extremes produced orally by hot and cold liquids. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 67(3), 325–327. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(92\)90239-7](https://doi.org/10.1016/0022-3913(92)90239-7)
- Pameijer C, & Stanely. (1998). *The disastrous effects of the “total etch” technique in vital pulp capping in primates.*
- Parolia, A., Kundabala, M., Rao, N., Acharya, S., Agrawal, P., Mohan, M., & Thomas, M. (2010). A comparative histological analysis of human pulp following direct pulp capping with Propolis, mineral trioxide aggregate and Dycal. *Australian Dental Journal*, 55(1), 59–64. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2009.01179.x>
- Pascon, F. M., Kantovitz, K. R., Sacramento, P. A., Nobre-dos-Santos, M., & Puppim-Rontani, R. M. (2009). Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. *Journal of Dentistry*, 37(12), 903–908. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.07.004>
- Patri, G. (2017). Role of Herbal Agents - Tea Tree Oil and Aloe vera as Cavity Disinfectant Adjuncts in Minimally Invasive Dentistry- An In vivo Comparative Study. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/27598.10147>
- Pattanaik, N., & Chandak, M. (2013). Topic-the effect of three cavity disinfectants (chlorhexidine gluconate-based. Conesepis; benzalkonium chlorite-based, Tubulicid red; sodium hypochlorite based-Chlorcid V on the self-etch dentine bonding agent ( Adeper Easy One,3M ESPE ) under SEM. In *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS) e-ISSN* (Vol. 8, Issue 5). [www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org)
- Peker D. Ö. B. (1993). *Sodyum hipokloritin fikse ve fikse olmayan insan pulpa dokularını çözücü etkisi.* .

- Perdigão, J., Lopes, M., Geraldeli, S., Lopes, G. C., & García-Godoy, F. (2000). Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dental Materials*, 16(5), 311–323. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(00\)00021-X](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(00)00021-X)
- Perote, L. C. C. C., Barcellos, D. C., Matuda, A. G. N., Campos, R. P., Rosetti, E. P., & Pucci, C. R. (2022). Influence of chlorhexidine, propolis, pulpal pressure simulation, and aging on dentin bond strength. *Microscopy Research and Technique*, 85(8), 3014–3024. <https://doi.org/10.1002/jemt.24150>
- Perote, L. C. C. C., Kamozaiki, M. B. B., Gutierrez, N. C., Tay, F. R., & Pucci, C. R. (2015). Effect of Matrix Metalloproteinase-inhibiting Solutions and Aging Methods on Dentin Bond Strength. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 17(4), 347–352. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a34594>
- Petersen, P. E. (2003). The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century – the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 31(s1), 3–24. <https://doi.org/10.1046/j..2003.com122.x>
- Pilo, R., Cardash, H. S., Oz-Ari, B., & Ben-Amar, A. (2001). Effect of preliminary treatment of the dentin surface on the shear bond strength of resin composite to dentin. *Operative Dentistry*, 26(6), 569–575.
- Pinkham, Casamassimo, Fields, & Nowak. (2005). *Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence, 4e (Pediatric Dentistry)* (Vol. 4).
- Pohlhaus, S. R. (2021). *Lasers in Dentistry: Minimally Invasive Instruments for the Modern Practice*. [www.dentalcare.com/en-us/professional-education/ce-courses/ce394](http://www.dentalcare.com/en-us/professional-education/ce-courses/ce394)
- Poitevin, A., De Munck, J., Cardoso, M. V., Mine, A., Peumans, M., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2010). Dynamic versus static bond-strength testing of adhesive interfaces. *Dental Materials*, 26(11), 1068–1076. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.07.007>
- Prabhakar, A., Karuna, Y., Yavagal, C., & Deepak, B. (2015). Cavity disinfection in minimally invasive dentistry - comparative evaluation of Aloe vera and propolis: A randomized clinical trial. *Contemporary Clinical Dentistry*, 6(5), 24. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.152933>
- Prabhakar, A., Kumar, R., & Prahlad, D. (2019). Effect of ozonated water on dentin bond strength. *International Journal of Oral Health Sciences*, 9(1), 9. [https://doi.org/10.4103/ijohs.ijohs\\_58\\_18](https://doi.org/10.4103/ijohs.ijohs_58_18)

- Prakki, A., Cilli, R., Mondelli, R. F. L., Kalachandra, S., & Pereira, J. C. (2005). Influence of pH environment on polymer based dental material properties. *Journal of Dentistry*, 33(2), 91–98. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.08.004>
- Pucci, C. R., Barbosa, N. R., Bresciani, E., Yui, K. C., Huhtala, M. F. R., Barcellos, D. C., & Torres, C. R. (2016). Influence of Dentin Deproteinization on Bonding Degradation: 1-year Results. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(12), 985–989.
- Qin, M., Li, J., Zhang, S., & Ma, W. (2008). Risk factors for severe early childhood caries in children younger than 4 years old in Beijing, China. *Pediatric Dentistry*, 30(2), 122–128.
- Raghavendra, M., Koregol, A., & Bhola, S. (2009). Photodynamic therapy: a targeted therapy in periodontics. *Australian Dental Journal*, 54(s1). <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2009.01148.x>
- Ramos, R. P., Chimello, D. T., Chinelatti, M. A., Nonaka, T., Pécora, J. D., & Palma Dibb, R. G. (2002). Effect of Er:YAG laser on bond strength to dentin of a self-etching primer and two single-bottle adhesive systems. *Lasers in Surgery and Medicine*, 31(3), 164–170. <https://doi.org/10.1002/lsm.10106>
- Refaay, M., Almonakel, M. B., Alsalameh, S., Hawary, I., & Alsayed Tolibah, Y. (2025). The Effectiveness of Aqueous Propolis Extract in Reducing the Enterococcus faecalis Count in Primary Teeth: An In Vitro Study. *International Journal of Dentistry*, 2025(1). <https://doi.org/10.1155/ijod/7629615>
- Reid, C. J., Alcock, M., & Penn, D. (2011). Hydrogen Peroxide – A Party Trick from the Past? *Anaesthesia and Intensive Care*, 39(6), 1004–1008. <https://doi.org/10.1177/0310057X1103900604>
- Remedio, L. N., Garcia, V. A. D. S., Rochetti, A. L., Berretta, A. A., Ferreira, J. A., Fukumasu, H., Vanin, F. M., Yoshida, C. M. P., & de Carvalho, R. A. (2024). Oral Films Printed with Green Propolis Ethanolic Extract. *Polymers*, 16(13). <https://doi.org/10.3390/polym16131811>
- Ricci, H. A., Sanabe, M. E., Costa, C. A. de S., & Hebling, J. (2010). Effect of chlorhexidine on bond strength of two-step etch-and-rinse adhesive systems to dentin of primary and permanent teeth. *American Journal of Dentistry*, 23(3), 128–132.

- Ripa, L. W. (1988). *Literature Review Nursing caries: a comprehensive review* (Vol. 10, Issue 4).
- Romano, L. K., Soares, E. J., Alves Amorim, A., Geng Vivanco, R., & Pires-de-Souza, F. de C. P. (2024). Effect of natural agents on the bond strength to eroded dentin. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 36(5), 770–777. <https://doi.org/10.1111/jerd.13172>
- Rosenberg, L., Atar, M., Daronch, M., Honig, A., Chey, M., Funny, M. D., & Cruz, L. (2013). Observational: prospective study of indirect pulp treatment in primary molars using resin-modified glass ionomer and 2% chlorhexidine gluconate: a 12-month Follow-up. *Pediatric Dentistry*, 35(1), 13–17.
- Sabatini, C., Kim, J., & Alias, P. O. (2014). In Vitro Evaluation of Benzalkonium Chloride in the Preservation of Adhesive Interfaces. *Operative Dentistry*, 39(3), 283–290. <https://doi.org/10.2341/13-131-LR>
- Sabatini, C., & Patel, S. K. (2013). Matrix metalloproteinase inhibitory properties of benzalkonium chloride stabilizes adhesive interfaces. *European Journal of Oral Sciences*, 121(6), 610–616. <https://doi.org/10.1111/eos.12089>
- Sabir, A., Tabbu, C. R., Agustiono, P., & Sosroseno, W. (2005). Histological analysis of rat dental pulp tissue capped with propolis. *Journal of Oral Science*, 47(3), 135–138. <https://doi.org/10.2334/josnusd.47.135>
- Saboia, V. P. A., Almeida, P. C., Ritter, A. V., Swift, E. J., & Pimenta, L. A. F. (2006). 2-year Clinical Evaluation of Sodium Hypochlorite Treatment in the Restoration of Non-carious Cervical Lesions: A Pilot Study. *Operative Dentistry*, 31(5), 530–535. <https://doi.org/10.2341/05-119>
- Saboia, V. P. A., Nato, F., Mazzoni, A., Orsini, G., Putignano, A., Giannini, M., & Breschi, L. (2008). Adhesion of a two-step etch-and-rinse adhesive on collagen-depleted dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 10(6), 419–422.
- Saini, R. (2011). Ozone therapy in dentistry: A strategic review. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine*, 2(2), 151. <https://doi.org/10.4103/0976-9668.92318>
- Sakaguchi Ronald, & Powers John. (2012). *Craig's Restorative Dental Materials*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-65754-3>
- Sano, H., Shono, T., Sonoda, H., Takatsu, T., Ciucchi, B., Carvalho, R., & Pashley, D. H. (1994). Relationship between surface area for adhesion and tensile bond

- strength — Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dental Materials*, 10(4), 236–240. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(94\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0109-5641(94)90067-1)
- Sano, H., Takatsu, T., Ciucchi, B., Horner, J. A., Matthews, W. G., & Pashley, D. H. (1995). Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Operative Dentistry*, 20(1), 18–25.
- Saraceni, C. H., Liberti, E., Navarro, R. S., Cassoni, A., Kodama, R., & Oda, M. (2013). Er:YAG-laser and sodium hypochlorite influence on bond to dentin. *Microscopy Research and Technique*, 76(1), 72–78. <https://doi.org/10.1002/jemt.22138>
- Saraf, B. G., Yadav, G. K., Sharma, V., Mendiratta, P., Prakash, S., & Khan, W. (2024). Comparison of Antimicrobial Efficacy of Liquorice and Chlorhexidine Gel as Cavity Disinfectants in Deciduous Molars: A Randomized Controlled Trial. *World Journal of Dentistry*, 15(8), 672–680. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-2480>
- Sardana, D., InduShekar, K., Manchanda, S., Saraf, B. G., & Sheoran, N. (2013). Role of propolis in dentistry: review of the literature. *Focus on Alternative and Complementary Therapies*, 18(3), 118–125. <https://doi.org/10.1111/fct.12034>
- Sari, M. (2022). Ozone therapy in dentistry. In *Current Research in Dental Sciences* (Vol. 32, Issue 1, pp. 100–107). AVES. <https://doi.org/10.17567/ataunidfd.888905>
- Satpute, T., & Mulay, S. (2021). Chlorhexidine in operative dentistry - A review. *Journal of the International Clinical Dental Research Organization*, 13(2), 80. [https://doi.org/10.4103/jicdro.jicdro\\_2\\_21](https://doi.org/10.4103/jicdro.jicdro_2_21)
- Satti, P., Kakarla, P., Jogendra Avula, S., Muppa, R., Kiran Rompicharla, S., & Biswas, S. (2019). Indigenous irrigants as potent antimicrobials in endodontic treatment: An in vitro study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 37(3), 275. [https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD\\_112\\_19](https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD_112_19)
- Sauro, S., Mannocci, F., Toledano, M., Osorio, R., Pashley, D. H., & Watson, T. F. (2009). EDTA or H3PO4/NaOCl dentine treatments may increase hybrid layers' resistance to degradation: a microtensile bond strength and confocal-micropermeability study. *Journal of Dentistry*, 37(4), 279–288. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.12.002>

- Scaffa, P. M. C., Vidal, C. M. P., Barros, N., Gesteira, T. F., Carmona, A. K., Breschi, L., Pashley, D. H., Tjäderhane, L., Tersariol, I. L. S., Nascimento, F. D., & Carrilho, M. R. (2012). Chlorhexidine Inhibits the Activity of Dental Cysteine Cathepsins. *Journal of Dental Research*, 91(4), 420–425. <https://doi.org/10.1177/0022034511435329>
- Schmidlin, P. R., Zimmermann, J., & Bindl, A. (2005). Effect of ozone on enamel and dentin bond strength. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 7(1), 29–32.
- Schröter, F.-J., & Ilie, N. (2023). Pushout Bond Strength in Coronal Dentin: A Standardization Approach in Comparison to Shear Bond Strength. *Materials (Basel, Switzerland)*, 16(16). <https://doi.org/10.3390/ma16165667>
- Shafiei, F., & Memarpour, M. (2012). Antibacterial activity in adhesive dentistry: a literature review. *General Dentistry*, 60(6), e346-56; quiz p.e357-8.
- Sharafeddin, F., Koohpeima, F., & Razazan, N. (2017). The Effect of Titanium Tetrafluoride and Sodium Hypochlorite on the Shear Bond Strength of Methacrylate and Silorane Based Composite Resins: an In-Vitro Study. *Journal of Dentistry (Shiraz, Iran)*, 18(2), 82–87.
- Sharma, V., Nainan, M., & Shivanna, V. (2009). The effect of cavity disinfectants on the sealing ability of dentin bonding system: An *in vitro* study. *Journal of Conservative Dentistry*, 12(3), 10. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.57634>
- Sharma, V., Rampal, P., & Kumar, S. (2011). Shear bond strength of composite resin to dentin after application of cavity disinfectants - SEM study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 2(3), 155. <https://doi.org/10.4103/0976-237x.86438>
- Shayegan, A., Abergel, C., Descombels, C., Malikzade, N., & Van Hamme, A. S. (2025). Impact of Five Cleansing Agents on Microleakage in Class V Restorations: A Comparative In Vitro Study. *International Journal of Dentistry*, 2025(1). <https://doi.org/10.1155/ijod/1323100>
- Silva, N. R. F. A. da, Calamia, C. S., Coelho, P. G., Carrilho, M. R. de O., Carvalho, R. M. de, Caufield, P., & Thompson, V. P. (2006). Effect of 2% iodine disinfecting solution on bond strength to dentin. *Journal of Applied Oral Science*, 14(6), 399–404. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572006000600003>
- Simratvir, M., Singh, N., Chopra, S., & Thomas, A. (2010). Efficacy of 10% Povidone Iodine in Children Affected with Early Childhood Caries: An In Vivo Study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 34(3), 233–238. <https://doi.org/10.17796/jcpd.34.3.l552816527xtv122>

- Siso, H. S., Kustarci, A., & Göktolga, E. G. (2009). Microleakage in Resin Composite Restorations After Antimicrobial Pre-treatments: Effect of KTP Laser, Chlorhexidine Gluconate and Clearfil Protect Bond. *Operative Dentistry*, 34(3), 321–327. <https://doi.org/10.2341/08-96>
- Soares, C. J., Pereira, C. A., Pereira, J. C., Santana, F. R., & Do Prado, C. J. (2008). Effect of chlorhexidine application on microtensile bond strength to dentin. *Operative Dentistry*, 33(2), 183–188. <https://doi.org/10.2341/07-69>
- Somboonwong, J., Thanamitramanee, S., Jariyapongskul, A., & Patumraj, S. (2000). Therapeutic effects of Aloe vera on cutaneous microcirculation and wound healing in second degree burn model in rats. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet Thangphaet*, 83(4), 417–425.
- Subasree, S., Murthykumar, K., & Dhanraj. (2016). Effect of Aloe Vera in Oral Health-A Review. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 9(5), 609. <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2016.00116.5>
- Sudsangiam, S., & van Noort, R. (1999). Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *The Journal of Adhesive Dentistry*, 1(1), 57–67.
- Suleman, T., van Vuuren, S., Sandasi, M., & Viljoen, A. M. (2015). Antimicrobial activity and chemometric modelling of South African propolis. *Journal of Applied Microbiology*, 119(4), 981–990. <https://doi.org/10.1111/jam.12906>
- Sultan, H., Kelly, J. R., & Kazemi, R. B. (2015). Investigating failure behavior and origins under supposed “shear bond” loading. *Dental Materials*, 31(7), 807–813. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.04.007>
- Suma, N. K. (2017). Effect of Dentin Disinfection with 2% Chlorhexidine Gluconate and 0.3% Iodine on Dentin Bond Strength: An *in vitro* Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 10(3), 223–228. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1440>
- Takaoka, L. A. M. V., Goulart, A. L., Kopelman, B. I., & Weiler, R. M. E. (2011). Enamel defects in the complete primary dentition of children born at term and preterm. *Pediatric Dentistry*, 33(2), 171–176.
- Takizawa, F., Domon, H., Hiyoshi, T., Tamura, H., Shimizu, K., Maekawa, T., Tabeta, K., Ushida, A., & Terao, Y. (2023). Ozone ultrafine bubble water exhibits bactericidal activity against pathogenic bacteria in the oral cavity and upper airway and disinfects contaminated healthcare equipment. *PLOS ONE*, 18(4), e0284115. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284115>

- Thammajaruk, P., Buranadham, S., Thanatvarakorn, O., Ferrari, M., & Guazzato, M. (2019). Influence of glass-ceramic coating on composite zirconia bonding and its characterization. *Dental Materials*, 35(1), 105–113. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.001>
- Thitasomakul, S., Thearmontree, A., Piwat, S., Chankanka, O., Pithpornchaiyakul, W., Teanpaisan, R., & Madyusoh, S. (2006). A longitudinal study of early childhood caries in 9- to 18-month-old Thai infants. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 34(6), 429–436. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2006.00292.x>
- Tilgen, F., & Er, H. (1996). Propolis : Tıbbi Özellikleri ve Oftalmolojik Kullanımı. In *Journal of Turgut Özal Medical Center* (Vol. 3, Issue 4).
- Toledano, M., Perdigão, J., Osorio, E., & Osorio, R. (2002). Influence of NaOCl deproteinization on shear bond strength in function of dentin depth. *American Journal of Dentistry*, 15(4), 252–255.
- Torkabadi, S., Nakajima, M., Ikeda, M., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2009). Influence of bonded enamel margins on dentin bonding stability of one-step self-etching adhesives. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 11(5), 347–353.
- Tuncer, S., Tekçe, N., Pashaev, D., Demirci, M., & Baydemir, C. (2015). Short- And Long-Term Bond Strengths Of A Gold Standard Two-Step Self-Etch Adhesive System To Dentin: A Preliminary Study. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 49(2), 1. <https://doi.org/10.17096/jiufd.60136>
- Türkün, M., Türkün, L. S., Celik, E. U., & Ateş, M. (2006). Bactericidal effect of Er,Cr:YSGG laser on Streptococcus mutans. *Dental Materials Journal*, 25(1), 81–86.
- Türkün, Türkün, & Ateş M. (2004). Antibacterial activity of cavity disinfectants. *Balk J Stom*, 8, 214–219. <https://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=1107-11410403214T>
- Türkün, Türkün, L. S., & Kalender, A. (2004). Effect of cavity disinfectants on the sealing ability of nonrinsing dentin-bonding resins. *Quintessence International*, 35(6), 469–476.
- Tüzüner, T., Ulusoy, A. T., Baygin, Ö., Yahyaoğlu, G., & Yalçın, I. (2012). Kavite dezenfeksiyonu amacı ile kullanılabilen ticari antibakteriyel jellerin mikrogerilme bağlanma dayanımı üzerine etkinliklerinin değerlendirilmesi.

- Cumhuriyet Dental Journal*, 15(4), 288–296.  
<https://doi.org/10.7126/cdj.2012.1510>
- Twetman, S. (2004). Antimicrobials in Future Caries Control? *Caries Research*, 38(3), 223–229. <https://doi.org/10.1159/000077758>
- Tyagi, T., Yadav, D., Sinha, D. J., Honap, M. N., Puri, N., & Sharma, N. (2025). Comparative Evaluation of the Effect of Various Cavity Disinfectants on Shear Bond Strength of Composite Resin to Dentin. *Journal of Interdisciplinary Dentistry*, 15(2), 126–131. [https://doi.org/10.4103/jid.jid\\_182\\_24](https://doi.org/10.4103/jid.jid_182_24)
- Tyas, M. J., Anusavice, K. J., Frencken, J. E., & Mount, G. J. (2000). Minimal intervention dentistry — a review. *International Dental Journal*, 50(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595X.2000.tb00540.x>
- Uceda-Gómez, N., Reis, A., Carrilho, M. R. de O., Loguercio, A. D., & Rodriguez Filho, L. E. (2003). Effect of sodium hypochlorite on the bond strength of an adhesive system to superficial and deep dentin. *Journal of Applied Oral Science*, 11(3), 223–228. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572003000300012>
- Uday Mohan, P. V. M., Uloopi, K. S., Vinay, C., & Rao, R. C. (2016). In vivo comparison of cavity disinfection efficacy with APF gel, Propolis, Diode Laser, and 2% chlorhexidine in primary teeth. *Contemporary Clinical Dentistry*, 7(1), 45–50. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.177110>
- Ünlü, A. Ö., Berber, E. S., Gülbahçe Keleş, E., & Yetkiner, A. A. (2023). Çocuk Diş Hekimliğinde Minimal İnvaziv Tedavi Yaklaşımları. In *EÜ Dişhek Fak Derg.* <https://orcid.org/0000-0001-7808-0133>
- Urban, M. V., Rath, T., & Radtke, C. (2019). Hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>): a review of its use in surgery. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 169(9–10), 222–225. <https://doi.org/10.1007/s10354-017-0610-2>
- Uygun, G. (2007). *Diş Hekimliğinde El Hijyeni ve Lateks Allerjisi*.
- Van Landuyt, K. L., De Munck, J., Mine, A., Cardoso, M. V., Peumans, M., & Van Meerbeek, B. (2010). Filler Debonding & Subhybrid-layer Failures in Self-etch Adhesives. *Journal of Dental Research*, 89(10), 1045–1050. <https://doi.org/10.1177/0022034510375285>
- Van Meerbeek, B., Peumans, M., Poitevin, A., Mine, A., Van Ende, A., Neves, A., & De Munck, J. (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. In *Dental Materials* (Vol. 26, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.148>

- Van Noort, R., Noroozi, S., Howard, I. C., & Cardew, G. (1989). A critique of bond strength measurements. *Journal of Dentistry*, 17(2), 61–67. [https://doi.org/10.1016/0300-5712\(89\)90131-0](https://doi.org/10.1016/0300-5712(89)90131-0)
- Varsha B. Bagade, V. Jadhav, & V. Kadam. (2013). *Study on Antimicrobial activity of Herbal Formulation*.
- Vegi, S., Arali, V., Rapala, H., Kolluri, S., & Vajrala, S. (2024). Antimicrobial Efficacy of Tubulicid Red as a Cavity Disinfectant in Comparison with Chlor-X Gel against *S. mutans* in Primary Teeth: Randomised Split-mouth Clinical Study. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2024/64512.18885>
- Versluis, A., Tantbirojn, D., & Douglas, W. H. (1997). Why do Shear Bond Tests Pull Out Dentin? *Journal of Dental Research*, 76(6), 1298–1307. <https://doi.org/10.1177/00220345970760061001>
- Victorino, F. R., Bramante, C. M., Watanabe, E., Ito, I. Y., Franco, S. L., & Hidalgo, M. M. (2009). Antibacterial activity of propolis-based toothpastes for endodontic treatment. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 45(4), 795–800. <https://doi.org/10.1590/S1984-82502009000400025>
- Vidal, GC., Balbino, EP., Oliveira, JM., dos Santos, NB., Lôbo, Td., do Nascimento, TG., de Freitas, JD., de Freitas, JM., & Porto, IC. (2025). Effect of Brazilian red propolis on microtensile bond strength and sealing ability of the methacrylate-based bonding agents. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, e665–e674. <https://doi.org/10.4317/jced.62587>
- Vieira, R. de S., & da Silva, I. A. (2003). Bond strength to primary tooth dentin following disinfection with a chlorhexidine solution: an in vitro study. *Pediatric Dentistry*, 25(1), 49–52.
- Waggoner, W. F. (2015). Restoring primary anterior teeth: updated for 2014. *Pediatric Dentistry*, 37(2), 163–170.
- Wahab, F. K., Shaini, F. J., & Morgano, S. M. (2003). The effect of thermocycling on microleakage of several commercially available composite Class V restorations in vitro. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 90(2), 168–174. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(03\)00300-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(03)00300-7)
- Walsh, L., & Brostek, A. (2013). Minimum intervention dentistry principles and objectives. *Australian Dental Journal*, 58(s1), 3–16. <https://doi.org/10.1111/adj.12045>

- Wang, J., Song, W., Zhu, L., & Wei, X. (2019). A comparative study of the microtensile bond strength and microstructural differences between sclerotic and Normal dentine after surface pretreatment. *BMC Oral Health*, 19(1), 216. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0899-x>
- Wang, R., Shi, Y., Li, T., Pan, Y., Cui, Y., & Xia, W. (2017). Adhesive interfacial characteristics and the related bonding performance of four self-etching adhesives with different functional monomers applied to dentin. *Journal of Dentistry*, 62, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.05.010>
- Welbury, R., Raadal, M., Lygidakis, N. A., & European Academy of Paediatric Dentistry. (2004). EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 5(3), 179–184.
- WHO. (2016). *WHO Expert Consultation on Public Health Intervention against Early Childhood Caries REPORT OF A MEETING*.
- Xu, X., Li, J. Y., Zhou, X. D., Xie, Q., Zhan, L., & Featherstone, J. D. B. (2009). Randomized controlled clinical trial on the evaluation of bacteriostatic and cariostatic effects of a novel povidone-iodine/fluoride foam in children with high caries risk. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 40(3), 215–223.
- Xue, W., Macleod, J., & Blaxland, J. (2023). The Use of Ozone Technology to Control Microorganism Growth, Enhance Food Safety and Extend Shelf Life: A Promising Food Decontamination Technology. *Foods*, 12(4), 814. <https://doi.org/10.3390/foods12040814>
- Yalın Çakır, F., Türkün, Ş., & Gürkan, S. (2013). *Minimal Girişimsel Yaklaşımlarda Kullanılan Estetik Restoratif Materyaller*.
- Yamauti, M., Hashimoto, M., Sano, H., Ohno, H., Carvalho, R. M., Kaga, M., Tagami, J., Oguchi, H., & Kubota, M. (2003). Degradation of resin–dentin bonds using NaOCl storage. *Dental Materials*, 19(5), 399–405. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(02\)00083-0](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(02)00083-0)
- Yazan, E. (2022). *Prpolis, Chitosan ve Theobromine’ in Antibakteriyel Aktivitesinin ve Remineralizasyon Özelliklerin İncelenmesi*.
- Yeşilöz Gökçen, E., Kurun Aksoy, M., Orhan, A. İ., Özçelik, B., & Tulga Öz, F. (2019). Assessment of the Effectiveness of Ozone Therapy and an Antibacterial Bonding Agent on the Cavity Disinfection of Deciduous Teeth:

- An In Vivo Study. *Cumhuriyet Dental Journal*, 22(4), 442–450.  
<https://doi.org/10.7126/cumudj.642787>
- Yip, H., Smales, R. J., Ngo, H. C., Tay, F. R., & Chu, F. C. S. (2001). Selection of restorative materials for the atraumatic restorative treatment (ART) approach: a review. *Special Care in Dentistry*, 21(6), 216–221.  
<https://doi.org/10.1111/j.1754-4505.2001.tb00257.x>
- Yu, Q., Lin, J., Zulkarjan-Ahmat, & Zhao, J. (2015). Effects of Yili dark bee propolis on oral cariogenic biofilm in vitro. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi = Huaxi Kouqiang Yixue Zazhi = West China Journal of Stomatology*, 33(4), 343–346. <https://doi.org/10.7518/hxkq.2015.04.004>
- Zhang, X., Wang, L., Liu, S., Bai, H., & Niu, W. (2020). Evaluation of the bond strength of chlorhexidine incorporated into the adhesive system composition: A PRISMA guided meta-analysis. *Journal of Dental Sciences*, 15(3), 315–328.  
<https://doi.org/10.1016/j.jds.2019.10.005>
- Zheng, P., Zaruba, M., Attin, T., & Wiegand, A. (2015). Effect of Different Matrix Metalloproteinase Inhibitors on Microtensile Bond Strength of an Etch-and-Rinse and a Self-etching Adhesive to Dentin. *Operative Dentistry*, 40(1), 80–86. <https://doi.org/10.2341/13-162-L>
- Zhou, L., Wang, Y., Yang, H., Guo, J., Tay, F. R., & Huang, C. (2015). Effect of chemical interaction on the bonding strengths of self-etching adhesives to deproteinised dentine. *Journal of Dentistry*, 43(8), 973–980.  
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.05.010>