



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA
TEZİ**

**KAVİTE DEZENFEKSİYONUNDA KULLANILAN
FARKLI KONSANTRASYONLARDAKİ BORİK ASİTİN
MİKROSIZINTI VE MİKROMAKASLAMA BAĞLANMA
DAYANIMININ SÜT DİŞLERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

ERDEM PALAZ

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

ARALIK 2022



**KAVİTE DEZENFEKSİYONUNDA KULLANILAN FARKLI
KONSANTRASYONLARDAKİ BORİK ASİTİN MİKROSIZINTI VE
MİKROMAKASLAMA BAĞLANMA DAYANIMININ SÜT DİŞLERİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Erdem PALAZ

**DOKTORA TEZİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ARALIK 2022

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına 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.

Erdem PALAZ

.../.../2022

KAVİTE DEZENFEKSİYONUNDA KULLANILAN FARKLI KONSANTRASYONLARDAKİ
BORİK ASİTİN MİKROSIZINTI VE MİKROMAKASLAMA BAĞLANMA DAYANIMININ
SÜT DİŞLERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

(Doktora Tezi)

Erdem PALAZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aralık 2022

ÖZET

Bu araştırmada; süt dişlerinin kompozit rezin restorasyonlarında, borik asit solüsyonunun farklı konsantrasyonlarının ve klorheksidinin (CHX) kavite dezenfektanı olarak kullanılmasının mikromakaslama bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı açısından karşılaştırılması amaçlandı. Mikrosızıntı testi için süt molar dişlere sınıf V kaviteler açıldı (n:52) ve kontrol, %5'lik borik asit, %3'lük borik asit ve klorheksidin grupları olmak üzere 4 gruba ayrıldı. Kaviteler içerisine farklı kavite dezenfektanları uygulanıp kompozit restorasyonları tamamlandıktan sonra boya sızıntı testi için 1 mm'lik kesitler alındı ve ışık mikroskopunda incelendi. Bağlanma dayanımı testi için dişler akril bloklara gömüldü (n:72), kontrol, %5'lik borik asit, %3'lük borik asit ve klorheksidin grupları olmak üzere 4 gruba ayrıldı. Açığa çıkarılan süt dişi dentinine farklı kavite dezenfektanları uygulanarak self-etch adeziv sistemle adezyonu sağlanan kompozit bloklara mikromakaslama testi uygulandı. Mikrosızıntı verileri değerlendirildiğinde; okluzal ve gingival mikrosızıntı skorları, %3'lük ve %5'lik borik asit gruplarında anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,05$), ancak kontrol ve klorheksidin gruplarında anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$). Mikromakaslama bağlanma dayanımı bulguları değerlendirildiğinde, kontrol ve klorheksidin grupları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmedi ($p>0,05$), ancak %3'lük borik asit ve %5'lik borik asit gruplarının bağlanma dayanımı düzeyleri anlamlı derecede düşük olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Sonuç olarak, klorheksidin kavite dezenfektanının süt dişlerinde restorasyonun kenar sızıntısına ve mikromakaslama bağlanma dayanımına etki etmediği ancak %3'lük borik asit ve %5'lik borik asit solüsyonlarının kenar sızıntısını arttırdığı ve bağlanma dayanımını düşürdüğü saptandı.

Bilim Kodu : 1047
Anahtar Kelimeler : Borik asit, klorheksidin, kavite dezenfektanı, mikrosızıntı, makaslama dayanımı
Sayfa Adedi : 129
Danışman : Prof. Dr. Ayşegül ÖLMEZ

VALUATION OF THE EFFECT OF BORIC ACID, WHICH IS USED AS CAVITY
DISINFECTANT IN PRIMARY TEETH COMPOSITE RESIN RESTORATIONS, ON
MICROLEAKAGE AND MICROSHEAR BOND STRENGTH

(Ph.D. Thesis)

Erdem PALAZ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

December 2022

ABSTRACT

It was aimed to compare the use of different concentrations of boric acid solution and chlorhexidine as a cavity disinfectant in composite resin restorations of primary teeth in terms of microshear bond strength and microleakage. For microleakage test, class V cavities prepared (n:52) and they were divided into 4 groups as control, 3% boric acid, 5% boric acid and chlorhexidine. After the composite restorations were completed by applying different cavity disinfectants, 1 mm sections were taken for dye penetration test and examined under a microscope. For microshear bond strength test, the teeth were embedded in acrylic blocks (n:72), and they were divided into 4 groups as control, 3% boric acid, 5% boric acid and chlorhexidine groups. Composite blocks, which were bonded with the self-etch adhesive system to the exposed primary tooth dentin were submitted to the shear test. When microleakage data is evaluated; Occlusal and gingival microleakage scores were significantly higher in the 3% and 5% boric acid groups ($p<0.05$), but no significant difference was observed in the control and chlorhexidine groups ($p>0.05$). When the micro-shear bond strength data were evaluated, no significant difference was observed between the control and chlorhexidine groups ($p>0.05$), but the bond strength levels of the 3% boric acid and 5% boric acid groups were found to be significantly lower ($p<0.05$). As a result, it was determined that chlorhexidine cavity disinfectant did not affect the margin leakage and microshear bond strength of the restoration in primary teeth, but 3% boric acid and 5% boric acid solution increased margin leakage and decreased microshear bond strength.

Science Code : 1047

Key Words : Boric acid, chlorhexidine, cavity disinfectant, microleakage, shear strength

Page Number : 129

Supervisor : Prof. Dr. Ayşegül ÖLMEZ

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimde bana bilgileri ve tecrübeleriyle yol gösteren ve hatalarımı hoşgörüyle karşılayan, bu tez araştırmasının ortaya çıkmasında ve şekillenmesinde katkılarını asla esirgemeyen kıymetli hocam Prof. Dr. Ayşegül ÖLMEZ'e, her ihtiyacım olduğunda yardımına koşan Prof. Dr. Neşe AKAL, Prof. Dr. Mesut ODABAŞ, Prof. Dr. Çağdaş Çınar'a ve tüm hocalarıma, doktora eğitimimi çok daha eğlenceli ve kıymetli hale getiren değerli arkadaşlarım Dr. Dt. Şeyma EDİKLİ, Dt. Emre BAKIR ve ekürilerim Dt. İdil KIZILIRMAK ve Dt. Tuğçe ÖKSÜZ'e ve tüm bölüm arkadaşlarıma ve son ve en önemli olarak bu tezin yazılması sürecinde desteğini her zaman hissettiğim, hayatıma ışık olan değerli eşim Uzm. Dr. Dt. Zeliha HATİPOĞLU PALAZ'a ve neşesinin, gülüşünün ve bakışının ömrüme ömür kattığı sevgili oğlum Kerem PALAZ'a en yürekten teşekkürlerimle.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Kompozit Resinler	6
2.1.1. Organik yapı	7
2.1.2. İnorganik yapı.....	7
2.1.3. Ara bağlayıcılar.....	8
2.2. Adezyon	8
2.2.1. Adezyon türleri	8
2.2.2. Diş hekimliğinde adezyon	9
2.2.3. Dental adeziv sistemlerin sınıflandırılması	15
2.3. Kavite Dezenfektanları.....	20
2.3.1. Benzalkonyum klorür	21
2.3.2. Hidrojen peroksit	23
2.3.3. Sodyum hipoklorit.....	24
2.3.4. İyodin solüsyonları.....	26
2.3.5. Ozon	27
2.3.6. Lazerler.....	29

	Sayfa
2.3.7. Aloe vera (Aloe Barbadensis Miller)	31
2.3.8. Propolis.....	32
2.3.9. Salvadora persica	33
2.3.10. Morinda citrifolia	34
2.3.11. Klorheksidin glukonat	35
2.3.12. Borik asit	39
2.4. Adezivlerin Diş Dokularına Bağlanma Kalitelerini Değerlendirmek İçin Kullanılan Test Yöntemleri.....	46
2.4.1. Mikromakaslama bağlantı testi.....	46
2.4.2. Mikrosızıntı testi	48
3. GEREÇ VE YÖNTEM	51
3.1. Etik Kurul Onayı.....	52
3.2. Araştırmada Kullanılan Dişlerin Seçimi ve Saklanması.....	52
3.3. Mikrosızıntı Testi Örneklerinin Hazırlanması.....	52
3.4. Mikrosızıntı Testi.....	56
3.5. Mikromakaslama Bağlanma Dayanımı Testi İçin Örneklerin Hazırlanması	57
3.6. Mikromakaslama Bağlanma Dayanımı Testi	64
3.7. İstatistiksel Yöntem	65
4. BULGULAR	67
4.1. Mikrosızıntı Testi Bulguları	67
4.2. Mikromakaslama Testi Bulguları	69
5. TARTIŞMA	73
6. SONUÇ	89
KAYNAKLAR	91
EKLER	127
EK-1. Etik kurul onayı	128

Sayfa

ÖZGEÇMİŞ.....	129
---------------	-----

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Kullanılan materyallerin içerik, kullanım talimatı ve üretici firma bilgileri.....	51
Çizelge 4.1. Okluzal mikrosızıntı değerlendirilmesi.....	67
Çizelge 4.2. Gingival mikrosızıntı değerlendirilmesi	68
Çizelge 4.3. Grupların okluzal ve gingival mikrosızıntı düzeyleri açısından değerlendirilmesi	69
Çizelge 4.4. Bağlanma dayanımı değerlendirilmesi	70
Çizelge 4.5. Kopma tiplerinin değerlendirilmesi	71

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Okluzal ve gingival mikrosızıntı skorlarının değerlendirilmesi.....	69
Şekil 4.2. Bağlanma dayanımı skorlarının gruplar arasındaki dağılımı	70
Şekil 4.3. Gruplar arasındaki kopma tiplerinin dağılımı	71

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Sınıf V kavite hazırlanması a) Elmas Frez, b) Sınıf V kavite	53
Resim 3.2. Kavite dezenfektanları, a) %2’lik klorheksidin (Cavity Cleaner, Bisco), b) %3’lük borik asit, c) %5’lik borik asit	54
Resim 3.3. a) Clearfil SE Bond (Kuraray, Japonya), b) Filtek Z250–Universal kompozit (3M ESPE).....	55
Resim 3.4. a) Polimerize edilmiş kompozit rezin, b) Ojelenmiş diş örneği c) Metilen mavis, d) Metal kalıba yerleştirilmiş örnek	55
Resim 3.5. Akrilik bloklara gömülmüş örnekler	55
Resim 3.6. Mikrocut makinesi.....	56
Resim 3.7. 1 mm’lik kesitleri alınmış örnekler	56
Resim 3.8. Leica dm 4000 M mikroskop	56
Resim 3.9. Mengene ve elmas disk	58
Resim 3.10. Elmas separe ile minesi kaldırılmış dentin yüzeyi	58
Resim 3.11. 220-600 gritlik zımpara kağıtları.....	58
Resim 3.12. Zımpara kağıtlarıyla aşındırılmış dentin yüzeyi.....	59
Resim 3.13. Akriliğe gömülmüş diş örneği.....	59
Resim 3.14. Lastik örtü delik açıcısı, post-it üzerine açılmış delikler	60
Resim 3.15. Sabitlenmiş post-it	60
Resim 3.16. Kavite dezenfektanı uygulaması.....	61
Resim 3.17. İlk katman post-it kağıdının sökülmesi.....	62
Resim 3.18. Clearfil SE Bond primer uygulaması.....	62
Resim 3.19. Clearfil SE Bond adeziv uygulaması	63
Resim 3.20. 2 mm yüksekliğindeki politetrafloroetilen kalıplar	63
Resim 3.21. Kalıpların yerleştirilmesi.....	63
Resim 3.22. Kompozit rezinin yerleştirilmesi	64
Resim 3.23. Kompozit rezin bloklar	64

Resim	Sayfa
Resim 3.24. Mikromakaslama test cihazı.....	65
Resim 3.25. Test cihazına yerleştirilmiş örnek.....	65

1. GİRİŞ

Günümüzde sadece yumuşak ve denatüre olmuş dış çürük tabakasının temizlenmesi ön plana çıkmaktadır ve bu amaçla ultrasonik aletler, frezler ve el aletleri, air abrazyon, ekskavatörler, kemomekanik yöntem, enzimler, lazerler, kimyasal yöntem, atravmatik restoratif tedavi gibi yöntemler kullanılmaktadır (Banerjee, Watson ve Kidd, 2000). Ancak, hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, restorasyondan sonra kavite içerisinde, tekrarlayan çürüklere ve pulpal enflamasyona sebep olabilecek miktarda mikroorganizmanın varlığı, yapılan restoratif tedavinin başarısını kötü yönde etkilemektedir. Dentin dokusunun rengine ve sertliğine göre karar verilerek çürük dokusunun uzaklaştırılıp uzaklaştırılmadığına dair yapılan muayene oldukça subjektiftir çünkü kişinin görsel ve dokunma duyularından faydalanmaktadır. Dolayısıyla bakteriyel durumu yansıtmada yetersiz olduğu düşünülmektedir (Kidd, Joyston-Bechal, Beighton, 1993). Bu sebeple bazı araştırmacılar objektif kriterlerin ön plana çıktığı ve çürük dokusunun görsel olarak saptanabilmesini sağlayan boyaların kullanılmasını tavsiye etse de geleneksel ayna-sond yöntemi ile çürüksüz olduğuna karar verilen dişlerin büyük bir kısmında boyanma saptanmaktadır (Anderson ve Charbenea, 1995). Boyalar yardımıyla tespit edilen enfekte dokuların uzaklaştırılmasından sonra bile, kavite içerisindeki bütün mikroorganizmaların ortadan kaldırılamayacağı, dişlerin %15-40'ında hala mikroorganizmaların kaldığı ve kavite tabanından pulpa yönüne doğru 0,1-2.4 mm uzaklıkta bile bulunabildikleri bildirilmiştir (Boston ve Graver, 1994). Bu nedenle çürüğün mekanik olarak kaldırılması, mikroorganizmaların eliminasyonu için yeterli olmamaktadır. Histolojik ve bakteriyolojik araştırmalar, kavite hazırlandıktan sonra dişlerin büyük bir kısmında mikroorganizmaların hala varolabildiğini göstermiştir (Meiers ve Kresin, 1996). Mikroorganizmaları elimine edip, restorasyonun devamlılığını sağlamak için kavite dezenfektanlarının kullanımı önerilmektedir (Gultz, Do, Boylan, Kaim ve Scherer, 1999; Meiers ve Kresin, 1996). Bu amaçla %2'lik klorheksidin, benzalkonyum klorür, sodyum hipoklorit, iyodin solüsyonları, ozon, lazer, propolis, aloe vera gibi birçok materyal diş hekimlerinin kullanımına sunulmuştur.

Diş preparasyonundan sonra kavite dezenfektanı uygulaması önerilse de; kavite dezenfektanlarının bir adeziv ajanla beraber kullanılmasının hidrofilik rezin üzerindeki etkisinin ne olacağı ve bağlanma kuvvetini ne yönde etkileyeceği merak konusu olmuştur. Uzun yıllardır diş hekimliğinde kavite dezenfeksiyonu amacıyla kullanılan klorheksidin solüsyonlarının, bağlanma ve mikrosızıntı üzerindeki etkilerini daimi dişlerde değerlendiren

oldukça çok sayıda araştırma bulunsada süt dişleri üzerindeki etkisinin değerlendirildiği araştırma sayısı oldukça sınırlıdır. Süt dişlerinin restorasyonu, diş morfolojisindeki ve içeriğindeki farklılıklar nedeniyle daimi dişlerin restorasyonundan farklıdır. Süt dişlerinde mine ve dentin daha incedir. Mine prizmaları daha diktir ve pürüzlendirilebilmesi zordur. Dentinde tübüllerin yoğunluğu daha az ve çapı daha dardır. Dentin daha az nemlenmekte ve bu durum asitlemeye karşı hassasiyeti de arttırmaktadır; dolayısıyla daha kalın bir hibrit tabakası ve daha zayıf bir adezyon kuvveti oluştuğu belirtilmektedir (Waggoner, 2005).

Bağlanmada oluşabilecek bir problem, diş-kompozit arayüzünde boşluk oluşumunu başlatma potansiyeline sahiptir. Bu durum mikrosızıntıya, sekonder çürüklere ve sonunda da bağlanmanın tamamen başarısızlıkla sonuçlanmasına yol açar. Aynı zamanda polimerizasyon büzülmesinin etkilerini azaltmak için birçok yeni nesil dentin bağlayıcı ajan geliştirilmiş olsa da, mikrosızıntı klinikte önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. Mikrosızıntı ile ilgili problemler, kavite preparasyonundan sonra kalan sekonder çürüklerle sonuçlanabilen canlı mikroorganizmaların varlığı ile de ilişkilendirilmektedir (Singla, 2011).

Son zamanlarda ülkemizde borik asit içerikli dezenfeksiyon ürünlerinin kullanımında bir artış gözlenmiştir. Bor, yeryüzünde yüzden fazla minerali olan ve kaya, toprak, yüzeyel su, deniz suyu, yeraltı suyu, bitki ve hayvanlarda doğal olarak bulunan bir mineraldir. Tıp alanında uzun bir süredir dezenfektan olarak kullanılmakta olan borik asit, maya, mantar ve bakterilere karşı geniş bir skalada antimikrobiyal etkiye sahiptir (Qin, Zong, Chen, Hua, Tian, 2010). Kavite dezenfektanı olarak borik asitin kullanıldığı araştırma sayısı oldukça azdır (Ercan, Çolak, Hamidi, İbrahimov, Gülal, 2015; Cangul, Yildirim, Bahsi, Sagmak, Satici, 2019). Cangul ve diğerleri (2019); %1, %3, %5 ve %7'lik borik asitin mikrosızıntı üzerine etkisini değerlendirmiş ve %3 ve %5'lik borik asitin mikrosızıntı açısından risk teşkil etmediği sonucuna varmışlardır. Bu sebeple bu çalışmada bir organik asit olan borik asitin %3'lük ve %5'lik konsantrasyonlarının, süt dişlerinde kavite dezenfektanı olarak kullanılması planlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, ülkemizin doğal kaynaklarının önemli bir kısmını oluşturan bor mineralinden elde edilen ve kavite dezenfeksiyonunda kullanılan borik asitin ve kavite dezenfeksiyonunda sıklıkla kullanılan klorheksidin solüsyonunun, süt dişlerinin kompozit rezin restorasyonlarında mikrosızıntı ve mikromakaslama bağlanma dayanımını değerlendirmektir. Bu değerlendirme sonucunda kompozit dolgunun, daimi diş dentininden

farklılık gösteren ve karmaşık bir adezyon mekanizmasına sahip süt dişi dentinine bağlanmasını en az etkileyen ve mikrosızıntıya en fazla direnç gösteren kavite dezenfektanının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Süt dişleri üzerinde kavite dezenfektanı uygulamasının bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı üzerindeki etkilerini değerlendiren oldukça az sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu kavite dezenfektanları arasında borik asitin bu alanda kullanımıyla ilgili de oldukça az sayıda araştırma bulunması sebebiyle yapılan bu tez araştırmasının bir fark yaratacağını düşünmekteyiz.

2. GENEL BİLGİLER

Bulaşıcı bir hastalık olan diş çürüğü, fermentasyona uğrayan karbonhidratların ve intraoral karyojenik bakterilerin yanında, oluşumunda oldukça çok sayıda faktörün de rol oynadığı, dental dokularda kimyasal ve fiziksel yıkım yaratan bir durumdur (Selwitz, Ismail ve Pitts, 2007). Koruyucu uygulamalar her ne kadar çürüklerin önlenmesinde birincil yaklaşım olsa da, yetersiz veya geç kalınmış uygulamalar hem daimi hem de süt dişlerinde oluşan çürüklerin önüne geçememektedir. Süt dişlerinin çürüklerinin tedavi edilmesi, oral hijyenin sağlanmasının yanı sıra, konuşma fonksiyonunun ve fonasyonun sağlanması, beslenme, ark genişliğinin ve boyutunun korunması, estetik ve daimi dişlere rehberlik etmesi açısından oldukça önemlidir (Dhar ve diğerleri, 2015).

Süt dişleri, daimi dişler sürene kadar ağızda kalmak zorundadırlar. Süt dişlerinin bütünlüğü ve ağızda kalma süresi, çiğneme fonksiyonu ve çocuğun gelişimi açısından oldukça önemlidir. Bu açıdan, süt dişlerinin orjinal boyutlarında restorasyonun yapılması ve düşene kadar ağızda kalması gerekmektedir. Daimi dişlerin ve süt dişlerinin histolojik ve morfolojik yapılarının birbirinden oldukça farklı olması sebebiyle, bu dişlere uygulanabilecek materyal ihtiyacı da farklılıklar göstermektedir (Gaintantzopoulou, Gopinath ve Zinelis, 2017).

Günümüzün teknolojik ilerlemeleriyle birlikte restorasyon materyallerindeki çeşitlilik oldukça artmıştır. Çocuk diş hekimliği alanında da oldukça çeşitli restoratif materyaller kullanıma sunulmuştur. İyi klinik performans gösteren, uygulama süresi kısa ve antikaryojenik özellikler gösteren restoratif materyallerin kullanımı ön plana çıkmaktadır. Ergenler ile çocuklarda yapılan restorasyonlarda kullanılmakta olan çeşitli dental malzemeler bulunmaktadır. Bu materyallerdeki teknolojik gelişim dikkate alındığında mevcut literatürün devamlı güncellenmesi ve gözden geçirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Restoratif tedavi, güvenilirlik, hastanın kooperasyonu, çürük riski değerlendirmesi, dental materyal seçimi ve dayanıklılığı, diş hekiminin gelişim durumu gibi birçok faktörü içeren kapsamlı bir ağız tedavisinin sadece bir bölümüdür (Dhar ve diğerleri, 2015; Gaintantzopoulou, Gopinath ve Zinelis, 2017).

Hasta bireyin çürük riskinin tanımlanması ve birey için hastalık sürecinin anlaşılmasının ardından hastalığın prognozunun izlenmesi ve gerektiği zaman koruyucu önlemlerin ve restoratif tedavilerin uygulanması, diş çürüğüne güncel yaklaşımın temel maddelerini

oluşturmaktadır. Minede kavitasyonun görsel olarak tespiti, mine dokusunun altından yansıyan çürük gölgesinin saptanması veya radyolojik değerlendirme sırasında görülen defektler çürük lezyonlarının ne zaman restore edileceğine ilişkin kriterlerdir (AAPD, 2014).

2.1. Kompozit Rezinler

İlk olarak 1960'lı yıllarda üretilen kompozit rezinler, dişhekimliği alanında uzun yıllardan bu yana kullanılmaktadır ve geliştirilmeye de devam edilmektedir. Makrodolduruculu geleneksel kompozitler, 10-50 µm çapında doldurucu parçacıklar içermektedirler. Kuvvetli olsalar dahi, yüzey stabiliteelerini koruyamamaları ve parlatma işleminin zorluğu sebebiyle, yerlerini 40 nm parçacık büyüklüğüne sahip mikrodolduruculu kompozitlere bırakmışlardır. İyi estetik ve iyi cilalanabilirlik gibi önemli özelliklere sahip mikrodolduruculu kompozitler her ne kadar önceden polimerize edilmiş rezin doldurucuların eklenmesi ile doldurucu miktarı yükseltilmeye çalışılsa da, yine de doldurucu oranlarının düşük kalması sebebiyle zayıf abrazyon direnci sergilemektedirler. Bu sebeple geleneksel kompozitlerdeki parçacık büyüklüğü düşürülerek, daha küçük parçacıklı hibrit ve midifil kompozitler piyasada yer bulmuştur. 1990'lı yılların ortalarında, formülünde 40 nm silika partikülleri de içeren, ortalama parçacık büyüklüğü 0,4-1 µm olan ve %56-60 oranında doldurucu parçacık içeren mikrohibrit kompozitler üretilmiştir. Mikrohibrit kompozit rezinler, hibrit kompozit rezinlerin yüksek yüzey basıncı dayanımı gibi gelişmiş yüzey özelliklerinin ve mikrodolduruculu kompozit rezinlerin iyi cilalanabilme özelliklerinin birleştirilebilmesi sayesinde universal kompozitler olarak tanımlanmışlardır. Nanoteknolojinin diş hekimliği alanına girmesiyle birlikte nano büyüklükte parçacıklar (5-100 nm) içeren nanodolduruculu kompozit rezinler de kullanıma sunulmuştur. Mikrohibrit kompozit rezinlerin yapısı, daha fazla sayıda parçacık içermeyi hedeflediğinden dolayı, mikrodoldurucu içeren kompozit rezinlerdeki gibi önceden polimerize edilmiş doldurucuların ilave edilmesi ile modifiye edilmiştir ve nanohibrit kompozit rezinler bu şekilde piyasaya sürülmüştür. (Ferracane, 2011). Kompozit rezinlerin temel olarak 3 ana bileşeni bulunmaktadır.

2.1.1. Organik yapı

Kompozit rezinler, organik matriksinin yapısına göre 2'ye ayrılmaktadır.

Metil metakrilat matriksli kompozit rezinler: Oldukça visköz ve suda erimeyen bir madde olan metakrilat mikromolekül yapısına sahiptir. Renklendirici ilavesi yapılmamış polimerler şeffaftır ve x-ışınına karşı geçirgindir. Akrilikler bükülmeye ve çekmeye karşı oldukça dirençli olup yapıları itibari ile oldukça serttirler. Polimetakrilatlar, 600 kg/ cm²'lik basınç dayanımı gösterebilmektedirler (Altun, 2005).

BIS-GMA matriksli kompozit rezinler: BIS-GMA bir peroksit katalizör ve amin akseleratör kullanımı ile ilave polimerizasyon ve iki tane reaktif çift bağ yapabilen, hemen hemen rengi olmayan koyu kıvamlı bir sıvıdır. Dimetakrilatlar ve trimetakrilatlar, BIS-GMA'nın visköz yapısını seyreltmek için eklenmektedir ve ortaya çıkan bu rezine, trietilenglikol dimetakrilat (TEG-DMA) adı verilmektedir. Polimer matriks olarak, renk değişimine karşı yüksek direnç gösteren ve adezyonu kuvvetli üretan dimetakrilat (UDMA) da kullanılmıştır. Düşük viskoziteli UDMA ile BIS-GMA'ya da kompozitlerin rezin matriks yapısına katılmaktadır. (Powers ve Wataha, 2008).

2.1.2. İnorganik yapı

Kompozit rezinlerdeki inorganik içerik, matriks içerisine homojen olarak dağılmış olan farklı büyüklük ve şekillerde baryum alüminyum silikat, yitrium cam, baryum, stronsiyum, çinko, lityum alüminyum silikat, borosilikat cam ve kuartz gibi inorganik doldurucu parçacıklardan oluşmaktadır (Dayangaç, 2001). Yitrium, çinko, baryum ve stronsiyum restoratif materyale radyoaktifite kazandırmaktadır. Silika parçacıkları ise kompozitin mekanik özelliklerini kuvvetlendirir, ışığı geçirir, kırar ve yansıtır. Böylelikle kompozit rezinlere, mine benzeri estetik ve yarı şeffaf bir görünüm kazandırır. Kristal yapıdaki inorganik bileşenin sert bir yapıya sahip olması, kompozit rezinin cilalama ve parlatma işlemini zorlaştırdığı için kompozit rezinlerde silikanın nonkristalize formu kullanılmaktadır (Altun, 2005).

2.1.3. Ara bağlayıcılar

Kompozit rezinlerde, inorganik faz ile organik polimer matriks fazının kuvvetli bir şekilde bağlanması çok önemlidir ve bu bağlanma ara faz sayesinde sağlanır. Bu yapı silisyum elementinin hidrojenli bileşiklerinden oluştuğu için bunlara silan adı verilmektedir. Kimyasal olarak reaktif olmayan silanlar, esnek katı halden sıvı hale kadar farklı hallerde bulunabilmektedirler (Altun, 2005).

2.2. Adezyon

Adezyon (bağlanma), sözcük olarak latinedeki “adhaerere” sözcüğünden evrilmiştir. Farklı moleküllerin birbirleri arasında oluşturduğu çekim kuvvetine “adezyon”; aynı moleküllerin birbirleri arasında oluşturduğu çekim kuvvetiyse “kohezyon” olarak adlandırılmaktadır. Adezyonu oluşturan maddeye “adeziv”; adezivin uygulandığı maddeye ise “adherent” adı verilir. Diş hekimliği açısından tanımlamak gerekirse, bağlanma ajanları adezivi, adezivin tatbik edildiği diş yüzeyleri ise adherenti oluşturmaktadır. Adeziv ve adherentin arasındaki tam temasın, başarılı bir adezyonun olmazsa olmaz bir bileşeni olduğu bildirilmiştir (Dayangaç, 2011).

2.2.1. Adezyon türleri

Mekanik Adezyon: Adezivin, substrat veya adherent yüzeyinde bulunan düzensiz yüzeylere kilitlenmesi olarak tanımlanmaktadır ve bu kilitlenmede reolojik ve geometrik etkenler söz konusu olmaktadır. Reoloji, maddelerin akış ve biçim bozulmalarını inceleyen bir bilim dalıdır. Kullanılan materyalin akışkanlık özelliğinden kaynaklı olarak bulduğu küçük çıkıntılar etrafında akması ve büzülerek tutunması reolojik etkenlere örnek oluştururken, mikroskobik olarak oluşan porözitelerin neden olduğu mekanik adezyon geometrik etkenlere örnektir (Dayangaç, 2011). Kompozit rezin materyallerin uygulanması sırasında görülen gerilimler ve polimerizasyon büzülmeleri de reolojik etkenler için örnek olarak verilebilmektedir (Kaya, 2014).

Fiziksel Adezyon: Birincil ve ikinci kuvvetlerin etkisiyle oluşan bir adezyon tipidir. Birincil kuvvetler; kovalent bağlar, iyonik bağlar ve mekanik bağlar olmak üzere üç farklı haldedir. İkincil kuvvetler ise hidrojen bağları, Van der Waals kuvvetleri, Keesom dipol etkileşimleri

kuvvetleri, London dispersiyon kuvvetleri, Debye dipol indüksiyon kuvvetleri olarak belirtilmiştir (Kiremitçi ve Altıncı, 1998; Özkul ve Küçükeşmen, 2012).

Kimyasal Adezyon: Atomların ara yüzeylerde adezive diğerlerinde adherente doğru geçtiği bağlantı şeklidir. Adeziv ve adherentin kimyasal ve fiziksel farklılıkları nedeniyle, bu bağlanma tipinin genel bağlanma kuvvetine etkisi zayıftır (Özkul ve Küçükeşmen, 2012).

2.2.2. Diş hekimliğinde adezyon

Diş hekimliğinde adezyonun tanıtımı ilk kez Buonocore tarafından 1955 yılında yapılmış ve mineye %85’lik fosforik asit tatbik edilmesiyle rezinin mineye olan bağlanma dayanımı arttırılabileceği gösterilmiştir. Buonocore; asit uygulamasının temel olarak rezin retansiyonu için ulaşılabilir mikroskopik yüzey alanını artırdığına inanmaktadır. Ancak; asitlenmiş mine yüzeyi ve rezin infiltrantın arayüzeyini daha yakından inceleyen öğrencisi John Gwinnett adeziv rezinlerin asit uygulanmış mine prizmalarına penetre olabildiğini ve rezinin apatit kristallerini sarmalladığı alanda yapının asite daha dayanıklı hale geldiğini bildirmiştir ve bu bilgi ilk gerçek hibrid tabaka tanımlamasıdır. Asitlenmiş mineye uygulanan rezin iki materyalin hibridizasyonu olan yeni bir yapı oluşturur. Bu in situ diş dokusu mühendisliğinin ilk örneği olarak değerlendirilir (Pashley ve diğerleri, 2011). Nakabayashi ve diğerleri (1992); asitlenmiş dentinde hibrid tabaka formasyonunu göstermişlerdir. Asitlenmiş dentinde açığa çıkan kollajen fibrillerin rezin infiltrasyonu ile desteklendiğini göstermiş ve bu yeni biyokompozit yapıyı “hibrid tabaka” olarak adlandırmışlardır.

Mineye adezyon

Minenin ihtiva ettiği organik içeriğin dentine göre fazla olması nedeniyle, mine dokusu asitleri karşı daha yüksek direnci ve yüzey enerjisine sahiptir. Van Meerbeek ve diğerlerinin (2001), asitleme sonrası bağlanma dayanımını değerlendirdikleri bir çalışmada, minenin kompozite bağlanma dayanımının ortalama 20 mPa’nın üzerinde olduğu gösterilmiştir. Bu seviyedeki bir bağlanma dayanımı birçok restoratif tedavi açısından ihtiyaç duyulan retansiyonu sağlamaktadır. Ayrıca mikrosızıntı oluşumunun da önüne geçmektedir (Kaya, 2014). Mine yüzeyine asit uygulaması, farklı düzeylerde prizmatik ve interprizmatik mineral kristallerini ortadan kaldırarak mikroskobik bir pürüzlülük sağlar. Aynı zamanda asit uygulaması sonrasında minenin yüzey geriliminde de azalma gözlenmektedir ve yüzeyin

ıslanabilirliği artmaktadır. Böyle oluşan mikroporözitelere rezinin infiltrasyonu daha kolay olmaktadır (Kaya, 2014). Sonuç olarak asitlenmiş minede oluşan pörozitelere rezin infiltre olmakta ve ortaya çıkan hidroksiapatit kristalleri monomerlerle sarılmaktadır. Böylelikle de mikro mekanik mine adezyonu gerçekleşmektedir (Swift ve diğerleri, 1995).

Dentine adezyon

Dentine adezyonda en büyük problem, dentinin mineden farklı olarak nemli bir dokuya sahip olmasıdır (Roberson, Heymann ve Swift, 2005). Pulpadaki hücreden fakir tabakanın, kapiller damarlarından gelen plazma sıvısı, dentinde bulunan intertübüler ve intratübüler sıvıdır. Dentin sıvısının miktarı, dentine bağlanmadaki en önemli rolü üstlenmektedir. Dentin dokusunun derinliği, lokasyonu, dentin tübüllerinin çapı ve yoğunluğu dentin sıvısının miktarını belirleyen faktörlerdir (Kaya, 2014). Mine-dentin birleşim noktasından pulpaya kadar uzanan dentin tübüllerinin çapı ve sayısı pulpaya doğru yaklaştıkça artmaktadır. Dentinin mineye yakın tabakalarında en düşük sıvı konsantrasyonu görülmekte iken, pulpaya yakın tabakalarında yüksek sıvı konsantrasyonu gözlenmektedir. Sonuç olarak pulpaya yaklaştıkça dentindeki nemlilik seviyesi ve tübüllerdeki sıvı miktarı artmaktadır. Bu sebeple dentin ve adezivin temas edebilmeleri için hidrofilik olmaları gerekmektedir (Özkul ve Küçükeşmen, 2012). Dentin dokusunun nemli bir yapıya sahip olmasının haricinde, dentinin kalınlığı, yapısı ve içeriği (tübül çapı ve yoğunluğu, peritübüler/intertübüler dentin oranı), geçirgenliği, hibrit tabaka ve smear tabakası da adezyonda rol oynayan diğer etkenler arasında yer almaktadır (Dayangaç, 2011).

Süt dişi dentininin tübül çapı ve yoğunluğu daimi dişlere göre daha azdır ancak peritübüler dentin kalınlığının daimi dişlerden daha fazla olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda süt dişi dentinindeki kalsiyum ve fosfat oranlarının daimi dişlerden daha yüksek olduğu rapor edilmektedir. Süt dişlerinde pulpaya doğru ilerledikçe dentin sertliği, elastisitesi ve gerilme direnci gibi mekanik ve fiziksel özellikler zayıflamaktadır ve bağlanmaya etki edebilmektedir. Aynı zamanda süt dişlerinde daimi dişlere göre daha kalın bir hibrit tabakası oluşmasının bağlanma dayanımını düşüreceği bildirilmiştir (Kaaden, Schmalz, Powers, 2003; N'ör, Feigal, Dennisson, Edwards, 1996).

Smear Tabaka: Smear tabakası, diş preparasyonundan sonra yüzeye yayılmış olarak bulunan diş preparasyonu kalıntılarının oluşturduğu bir bölgedir. Bu kalıntıların bir kısmı dentin

tübüllerinin ağızlarını tıkayarak dentin geçirgenliğini azaltan smear tıkaçlarını oluşturur. Smear tabakasının içinde tükürük, bakteri, kan hücreleri, odontoblast uzantıları, hidroksiapatit kristalleri, denatüre kollajen parçaları ve inorganik dentin parçaları bulunmaktadır (Van Landuyt ve diğerleri, 2005). Smear tabakası ve tıkaçları, dentin sıvının difüzyonunu %28 oranında, hareketini ise %86 oranında azaltarak dentin için doğal bir bariyer oluşturmaktadır (Mjör, 2001). Ancak smear tabakası asit uygulamasıyla kolaylıkla uzaklaştırılabilmesine rağmen mekanik bir şekilde, bir alet veya pomzayla smear tabakasını ortadan kaldırmak mümkün değildir. Dentin yüzeyine doğru olan sıvı akışı, smear tabakasının ve tıkaçlarının asitler yardımıyla uzaklaştırılması sonucu olarak artmaktadır ve dentine bağlanma negatif yönde etkilenmektedir (Roberson, Heymann ve Swift, 2005).

Smear tabakasının kalınlığını, içeriğini ve morfolojik özelliklerini, preparasyon sırasında kullanılan cihazın ıslak veya kuru çalıştırılması, tipi ve kaldırılan dentin miktarı da etkilemektedir (Perdigao, 2007). Smear tabakası, dentin tübüllerinin içindeki sıvı hareketlerini ve dolayısıyla dentin permeabilitesini önemli seviyede azaltmaktadır. Bununla birlikte dentine olan bağlanma kuvveti anlamsız seviyede düşüktür (5MPa). Günümüz dentin adezivleri, smear tabakanın modifiye edilmesi veya kaldırılması esasına dayanmaktadır (Dayangaç, 2011).

Hibrit tabaka: Demineralize dentin yüzeyine ve kanallarına monomerlerin infiltrasyonu ve polimerizasyonu olarak tanımlan hibrit tabaka, restoratif materyallerin temel bağlanma mekanizmasını oluşturur. (Dönmez ve Özer, 2007).

Hibrit tabakası oluşurken asit uyguladıktan sonra demineralize edilmiş dentinin geçirgenliğini koruması da oldukça önemli özelliklerindendir (Kaya, 2014).

Hibrit tabakayla ilgili yapılan araştırmalar sonrasında birçok adeziv sistemle elde edilen hibrit tabaka kalınlığının bir-5 µm arasında değiştiği rapor edilmiştir. Dentin asitlendikten sonra oluşan demineralizasyonun derinliği de hibrit tabakanın kalınlığını etkileyen bir diğer etkidir (Kaya, 2014).

Süt ve daimi diş minesine adezyon

Mine asitlemesi sonucu minenin yüzey enerjisi arttırılır, mine yüzeyi temizlenir, smear ortadan kaldırılır ve prizmatik ve interprizmatik mine kristallerinin çözülmesiyle rezin tikaçlarının oluşması için gereken boşluklar elde edilir. Total etch sistemler mineyi yeterli seviyede demineralize edebilirken aynı performans self etch adezivlerde izlenememiştir. Normalde self etch adezivlerde bulunan asidik rezin diş minesinde yeterli pürüzlendirme yapabilmelidir ancak mine dokusu daha mineralize bir doku olduğu için asitlemeye karşı daha fazla tamponlama etkisi gerçekleşmektedir ve yeterli pürüzlendirme oluşmamaktadır (Van Landuyt, 2005). Bu nedenle self etch adezivlerin minede fosforik asite benzer ancak yetersiz bir pürüzlendirme sağladığı belirtilmektedir (Vicente, 2006). Diş minesini mine prizmalarından oluşur ve normalde tüberkül tepelerine dik konumda bulunan bu prizmalar daimi dişlerde servikal bölgeye doğru yatay pozisyon almakta ancak süt dişlerinde servikale doğru daha dik bir pozisyonda seyretmektedir. Bu durum da süt dişlerinin asitle pürüzlendirilebilmesini zorlaştırmaktadır (Torneck ve diğerleri, 1994). Aynı zamanda süt dişlerinde bulunan kalın aprizmatik mine dokusu da başarılı bir adezyonun elde edilmesini zorlaştırmaktadır. Tüm bu sebeplerden dolayı bazı araştırmacılar süt dişlerine daha uzun sürelerle asit uygulanmasını tavsiye etmişlerdir (Torneck ve diğerleri, 1994; Van Landuyt, 2005). Süt dişi minesine 30 saniye boyunca asit uygulanmasının kısa süreli asit uygulamalarına göre daha homojen bir adeziv bağlantı arayüzü oluşturduğu ve daha yüksek bağlanma skorları elde edildiği rapor edilmektedir (Hosoya, Goto, 1992).

Süt ve daimi diş dentinine adezyon

Dentin dokusunun inorganik yapısını, minede de bulunan ancak daha küçük boyutlardaki hidroksiapatit kristalleri oluşturur. Organik yapısının içinde ise mukopolisakkaritler, lipidler ve glikoproteinler oluşturmaktadır. Dentin içerisinde çok sayıda tübül bulunur ve bu tübüllerin içerisinde odontoblastik hücre uzantıları ve dentin sıvısı bulunur. Bu dentin sıvısı pulpadan mine yönüne doğru bir hareket halindedir. Dolayısıyla dentin nemli bir dokudur (Cengiz, 1990, 43-46; Dayangaç, 2000, 21-39; Torneck, 1994). Pulpaya yaklaştıkça dentin tübüllerinin sayısı ve çapı artmakta ve peritübüler dentinin mineralizasyonu zayıflamaktadır. Dolayısıyla rezin materyallerinin sitotoksik etkileri dentinin pulpaya yakın bölgelerinde artmaktadır ve pulpaya yaklaştıkça nemin de artmasından dolayı adeziv kuvvetlerde düşüş gözlenmektedir (Gwinnett, Tay, Wei, 1996; Torneck, 1994).

Kavite preparasyonu yapıldıktan sonra dentin kanalları smear tabakası tarafından kapanır ve bu durum tübüler ve intertübüler dentin geçirgenliğini azaltmaktadır. Dentinin geçirgenliği aynı zamanda, kavite preparasyonu, dentin kalınlığı, dişin yaşı ve tübül sayısı gibi etkenlerle değişebilmektedir (Ruschel, Chevitaresh, 2002). Adeziv materyal içerisindeki monomerlerin dentin içerisine difüzyonu da smear tabakasının oluşturulduğu bölgeye göre değişmektedir. Servikal alanlarda dentin geçirgenliği daha farklı olduğu için monomer difüzyonu değişir. Dentin dokusunun monomerlere olan geçirgenliği ve monomerin dentin tübüllerine olan infiltrasyon potansiyeli hibrit tabakanın kalitesini belirleyen faktörlerdendir (Nakabayashi, Pashley, 1998). Hibrit tabaka oluşumunu sağlayabilmek için, dentin dokusundaki kollajen fibrillerin açığa çıkarılması, monomerlerin infiltre olabilmesi için difüzyon yolları oluşturulması ve intertübüler dentinin demineralizasyonu temel faktördür.

Smear tabakasının kalınlığı ve morfolojisi dişin preparasyon yöntemine ve pulpaya yakınlığına göre de değişmektedir. Smear tabakasının varlığı bağlanmayı azaltır. Dentindeki bağlanma dayanımının arttırılabilmesi için bu smear tabakasının asit uygulamalarıyla kaldırılması önerilse de bu uygulama sonucu dentin tübülleri açılır, geçirgenlik artar ve dentin yüzeyine sıvı akışı artar dolayısıyla da dentine bağlanma zayıflar. Dentindeki bağlanma mekanizması bu sebeple mine dokusuna göre daha karmaşıktır (Van Landuyt, 2005; Perdigao, 2002). Fosforik asitin dentinde pürüzlendirme amacıyla 15 saniye boyunca kullanılmasının dentin kollajen yapısına zarar vermediği gösterilmiştir. Uygulanan asitin pH'nın asitin etki ettiği derinlikle yüksek korelasyon gösterdiği rapor edilmiştir (Nakabayashi, Pashley, 1998).

Total etch adeziv sistemler kullanıldığında, asitleme sonrasında iyi bir adezyon elde edilebilmesi için mine dokusunun kuru olması gerekirken, dentin dokusunun kollajen ağının çökmesini engellemek için hafif nemli kalması gerekmektedir. Asit uygulandıktan sonra hava ile kurutma işlemi yapılması dentindeki kollajen dokuların çökmesine neden olmakta ve çökmüş demineralize dentin yapısı izlenmektedir. Ancak asit sonrasında hafif hava spreyi ile kurutma yapıp dentin dokusu hafif nemli bırakıldığında çökmemiş demineralize dentin dokusu izlenebilmektedir (Nakabayashi, Pashley, 1998; Jacobsen, Söderholm, Garcea, Mondragon, 2000). Dentindeki oluşan bu farklılığın çözülebilmesi için farklı yöntemler önerilmiştir. Kuru bağlanma yönteminde asitleme sonrasında kuruyup çöken kollajen ağı tabakası, primer uygulamasıyla beraber yeniden genleştirilmektedir (Nakabayashi, Pashley, 1998). Nemli bağlanma yönteminde ise dentin tamamen kurutulmamaktadır ve hafif nemli

bırakılıp kollajen ağının çökmesi engellenmektedir. Ardından uygulanan hidrofilik primer ile dentin matriksinin kimyasal olarak dehidratasyonu sağlanmaktadır. Kimyasal dehidratasyonun fiziksel dehidratasyondan farkı, demineralize dentin matriksinin çökme değil genleşme fazında katılaşmasından kaynaklanmaktadır. Katılaşan matriks kolaylıkla çökmemektedir ve bu yöntemle primer ve rezinin dentine daha iyi adaptasyon gösterdiği ve daha yüksek bağlanma sonuçları gösterdiği bildirilmiştir (Dayangaç, 2000; Nakabayashi, Pashley, 1998, Kanca, 1992). Ancak bunun yanında nem kontrolü yeteri kadar yapılmadığında “aşırı nemlenme fenomeni” denilen bir durum ortaya çıkmaktadır. Bu durum, dentin yüzeyi ve matriksi içerisindeki poröz yapının tamamen suyla dolarak hidrofilik monomerin seyrelmesine ve suyla yer değiştirmesinin zorlaşmasına dolayısıyla da bağlanma dayanımının azalmasına neden olmaktadır. Öte yandan dentin yüzeyindeki düşük sıvı miktarı bağlanmayı önemli ölçüde arttırmaktadır (Dayangaç, 2000; Nakabayashi, Pashley, 1998; Tay, Gwinnett, Wei, 1997).

Daimi dişlerde tübül çapı ve yoğunluğu süt dişlerine oranla daha fazla olmasına karşılık süt dişlerinde peritübüler dentin kalınlığı daha fazla olmaktadır. Peritübüler ve intertübüler dentin süt dişlerinde daimi dişlere oranla daha az kalsiyum ve daha az fosfat içermektedir (Ruschel, Chevitarese, 2002; Sardella, de Castro, Sanabe, Hebling, 2005; Hosoya, Kawada, Ushigome, Oda, GarciaGodoy, 2006; Cengiz, 1990, 43-46). Süt dişi dentinine adezyonda, dentinin mineralizasyonu, tübül sayısı, yapısı ve yoğunluğu önemli bir etkiye sahiptir ve daimi dişlerle karşılaştırıldığında süt dişi dentininde daha kalın bir hibrit tabakasıyla beraber daha düşük bağlanma dayanımı değerleri izlenmektedir (Burrow, Nopnakeepong, Phrukkanon, 2002; Hosoya, 2006).

Süt dişi dentininin tübüler yoğunluğunun ve çapının daimi dişe göre daha az olması sebebiyle süt dişlerinde dentin yüzeyi daha az nemlenmekte ve uygulanan asidi daimi dişlerden daha az seyreltebilmektedir. Dolayısıyla süt dişi dentini asit uygulamalarına karşı daha hassastır ve asit etkisini daha derin ve hızlı göstermektedir. Bu durum süt dişi dentininde asit uygulamasının daha kısa sürelerle yapılması önerisini ortaya çıkarmıştır (Nör, Feigal, Dennisson, Edwards, 1996; Pashley, Ciucchi, Sano, Horner, 1993). Pulpa dokusuna doğru ilerledikçe dentinin mikromekanik ve fiziksel özellikleri zayıflamaktadır ve bağlanma kuvvetini değiştirdiği de bildirilmiştir (Angker, Swain, Kilpatric, 2003; Hosoya, 2006). Nitekim süt dişi dentinin daimi diş dentinine oranla daha düşük bağlanma dayanımı sergilemesinin fiziksel, kimyasal ve morfolojik yapı farklılıklarından öte geldiği

düşünülmektedir (El Kalla, Garcia-Godoy, 1998; Burrow, Nopnakeepong, Phrukkanon, 2002).

2.2.3. Dental adeziv sistemlerin sınıflandırılması

Adeziv sistemlerin sınıflandırılmasında, Van Meerbeek ve diğerleri (2005), sadece tarihsel olarak sınıflamanın bilimsel temellere dayalı olmadığını ve objektif kriterlere göre sınıflandırılmadığını ifade belirtmişlerdir. Bu nedenle araştırmacılar, adezivlerin tarihsel gelişimlerinin yanında klinik uygulama aşamalarının sayısına ve dentinle etkileşimlerine göre de sınıflandırılmasının daha da bilimsel olacağını bildirmişlerdir.

Dental adeziv sistemlerin tarihsel gelişimlerine göre sınıflandırılması

Birinci Nesil Adeziv Sistemler: Buonocore ve arkadaşları 1956 yılında gliserofosforik asit dimetakrilat (GPDM) içeren rezinin, asit uygulanmış dentin dokusuna bağlanabileceğini rapor etmişlerdir. Bu bağın, hidroksiapatitin kalsiyum iyonları ve bifonksiyonel resin molekülleri arasındaki etkileşimden kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Sonraki yıllarda Bowen ve arkadaşları (1993), N-fenilglisin glisidil metakrilat (NPG-GMA) kullanmış ve bu materyalin dentinle bağ oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Bu sistem, resin ile dişin dış yüzeyindeki kalsiyum minerallerinin arasında suya dayanıklı kimyasal bir bağlanma oluşturmayı temel almaktadır. Bu dental adezivler kollajene Kovalent bağlarla hidroksiapatit kristallerine ise iyonik olarak tutunsa da yapılan karbon analizlerinde hidroksiapatit ve NPG-GMA, arasında gerçekten de iyonik bir bağlanma gerçekleşmediği rapor edilmiştir (Roberson, Heymann ve Swift, 2005). Birinci nesil olarak adlandırılan bu adeziv sistemlerin dentine bağlanma kuvvetleri hidrofobik oldukları için sadece 1-3 MPa olup, klinik sonuçları başarısız bulunmuştur (Kugel ve Ferrari, 2000).

İkinci Nesil Adeziv Sistemler: 1980'lerin başında hidroksietil metakrilat (HEMA) veya bisfenol-A glisidil metakrilat (bis-GMA) gibi doldurucu içermeyen rezinlere halo fosfat esterleri karıştırılmasıyla geliştirilmiştir (Çınar, 2011). Bu adeziv sistemde dentinde asitle pürüzlendirme işlemi yapılmadığından dolayı bağlanmanın, adeziv rezinin içerisindeki negatif yüklü fosfat grupları ile smear tabakasındaki pozitif yüklü kalsiyum iyonları arasındaki iyonik etkileşimle gerçekleştiği bildirilmiştir (Kaya, 2014).

- Etanol, aseton veya su içinde reaksiyona giren hidrofilik monomerlerin oluşturduğu primer solüsyonun uygulanması (ortaya çıkan kollajenin desteklenmesi)
- Dolduruculu ya da doldurucu içermeyen bağlanma ajanının uygulanması

Asitleme yapıldıktan sonra smear uzaklaştırılmış olur. Dentin tübülleri ortaya çıkar. Dentin permeabilitesi artar. Kollajen ağı peritübüler ve intertübüler dentinin dekalsifikasyonu ile açığa çıkar (Kaya, 2014).

Asitleme yapıldıktan sonra primer uygulanmaktadır ve bu primerler bir veya birden fazla hidrofilik monomer içerebilir. Primerlerin hidrofilik kısmı dentine afinite gösterirken, hidrofobik kısmı rezin ve bonding ajanına afinite göstermektedir. Primer, kollajen ağının nemli olmasını sağlar ve penetre olur dolayısıyla dentin yüzeyinin ıslanabilirliğini ve yüzey enerjisini artırır (Swift,1998).

Primer uygulamasının ardından yüzeye son olarak bonding ajanı uygulanır. Uygulanan bonding ajanı primer ile beraber polimerize olur ve rezin ile kollajenin birbirine penetrasyonu ile oluşan hibrit tabakayı oluşturur. Bu sistemin dentine bağlanması da dentin ve kompozit rezin ara yüzünde hibridizasyon ile karakterizedir (Kugel ve Ferrari, 2000). Yapılan araştırmalar sonucunda dentine ortalama bağlanma kuvvetinin 17-25 MPa olduğu bildirilmiştir (Freedman ve Leinfelder, 2002).

Beşinci Nesil Adeziv Sistemler (2 Aşamalı Total-Etch): Dördüncü nesil dental adeziv sistemlerinin üç aşamalı olması, uygulama zamanının uzun, tekniğin ise hassas olması sebebiyle 2 aşamalı total etch sistemler ortaya çıkmıştır. Primer ve rezinin tek şişede birleştirildiği sistemlerdir ancak hala asit uygulamasının yapıyor olması ve primer/rezin uygulamasının tekrarlanmasının gerekliliği işlem süresini istenildiği miktarda azaltmamıştır. Beşinci nesil adeziv sistemlerde primer ve adeziv uygulamadan önce asit uygulamak gereklidir ve primer veya adeziv uygulaması genel olarak iki veya daha fazla katman olarak uygulandığı için bu tip, “tek komponent”,”tek basamak”, benzeri isimlendirmeler doğru değildir (Kaya, 2014).

Asitlenmiş dentin dokusunun hava ile kurutulmasının özellikle etanol ve aseton temelli adeziv sistemlerin dentine bağlanma kuvvetlerini önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Tay ve diğerleri, 1996). Sıvının kaviteden uzaklaştırılması, kollajenin elastik özelliklerini

yitirmesine sebep olur. Kollajen molekülleri yeterli neme sahip olduklarında geniş aralıklarla dizilirler ancak kuru olduklarında moleküllerin daha sıkı dizildiği tespit edilmiştir. Bu durum penetrasyonun tam olarak gerçekleşmemesine ve kollajenin adeziv tarafından sarılamamasına neden olmaktadır (Kaya, 2014). Bu adeziv sistemin mine, dentin, seramik ve metallerle kimyasal olarak bağlanabildiği de bildirilmiştir (Çınar, 2011).

Altıncı Nesil Adeziv Sistemler (2 Aşamalı Self-Etch): 4. ve 5. nesil adeziv sistemlere göre uzun çalışma süresini kısaltmak, asidin uygulama ve yıkama aşamasını ortadan kaldırmak ve bu nedenle dentinde bulunan kollajen dokunun fazla kuru ya da ıslak kalması durumunu önlemek amacıyla primer asitin tek şişeye konulduğu self-etch sistemler piyasaya sürülmüştür (Kaya, 2014).

Diş yüzeyine önce asidik yapıdaki primer uygulaması ardından da adeziv uygulamasının yapıldığı bu iki basamaklı adeziv sistemin etki mekanizması, hidroksiapatit kristallerini ve smear tabakasını kısmen çözerek smear tabakası ve mineralleri birleştiren hibrit tabakayı oluşturmak suretiyle işlemektedir. (Van Meerbeek ve diğerleri, 2003).

Araştırmacılar bu self-etch adeziv sistemin mineye olan bağlantısının zayıf olduğunu bildirseler de dentine olan bağlantısının tatmin edici düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. (Van Landuyt ve diğerleri, 2005).

Yedinci Nesil Adeziv Sistemler (Tek Aşamalı Self-Etch): Asidin, primerin ve adezivin tek bir şişe içinde sunulduğu ve "all in one" adeziv sistem olarak isimlendirilen bu adeziv sistem 2002 yılının sonuna doğru piyasaya sürülmüştür. Fazladan bir uygulama basamağı veya karıştırma işlemi gerçekleştirilmediği için altıncı nesil adezivlerden daha avantajlıdır. Birkaç araştırma 6. ve 7. nesil adeziv sistemlerin birbirlerine benzer bağlanma değerleri gösterdiğini bildirseler de bu araştırmalarda kullanılan materyallerin farklılıkları göz önünde bulundurulduğunda bu konuda kesin bir kanıya varabilmek mümkün görünmemektedir (Berkmen, Arhun, Yamanel, 2019).

Sekizinci Nesil Adeziv Sistemler: 2010 yılında nanopartiküllü doldurucular içeren adeziv ajanlar piyasaya sürülmüştür (Pashley ve Tay, 2001). Adeziv ajanın içerisine ortalama 12 nm büyüklükteki nanopartiküllerin eklenmesinin rezin monomerlerin penetrasyonunu arttırdığı rapor edilmektedir (Başaran, Özer, Devocioğlu Kama, 2009; Kasraei, Atai,

Khamverdi, Nejad, 2009). Nano bağlayıcı ajanlar, daha iyi mine ve dentin bağlanma kuvveti, stres emilimi ve daha uzun raf ömrü sağlayan nano doldurucular içeren adeziv ajanlardandır. Doldurucu partikül içeren adeziv ajanların daha yüksek in vitro bağlanma dayanımı ürettiği gözlemlenmiştir. Self-etch nesillerden gelen bu yeni ajan, asidik hidrofilik monomerlere sahiptir ve tükürük veya nem ile kontaminasyondan sonra dahi asitli mine üzerinde kolaylıkla kullanılabilir (Nair, Paul, Kumar, Chakravarthy, Krishna, 2014). Üretici firmaya bağlı olarak değişse de, nanopartiküller çapraz bağlar kurarak boyutsal değişiklikleri en aza indirmektedir (Başaran, Özer, Devocioğlu Kama, 2009; Kasraei, Atai, Khamverdi, Nejad, 2009). Nano doldurucu partiküllerin türü ve bu parçacıkların dahil edildiği yöntem, rezin monomerlerin kollajen liflerin arasına penetrasyon kabiliyetini ve adezivin viskozitesini etkilemektedir. Boyutları 15-20 nm'den büyük olan veya ağırlıkça %1'den fazla olan nanodoldurucuların her ikisi de adezivlerin viskozitesini artırabilmektedir ve dolgu maddelerinin nemli yüzeyin üstünde birikmesine neden olabilmektedir. Bu kümeler, çatlaklara neden olmakta ve bağlanma dayanımında azalmaya neden olabilmektedir (Başaran, Özer, Devocioğlu Kama, 2009).

Dental adezivlerin adezyon mekanizması ve klinik uygulama aşamalarına göre sınıflandırılması

Üç aşamalı adezivler: Asit, primer ve bonding ajan içermektedir. Bu adeziv sistemler her bir şişede asit, primer ve adezivin bulunduğu üç şişeli sistemlerdir. Klinikte kullanımı oldukça karmaşık ve zahmetli olan bu sistemler en yüksek bağlanma dayanımı skorlarını göstermektedir.

İki aşamalı adezivler (asit + primer/bond): Asit uygulamasının ardından tek şişede bulunan primer ve adeziv ajan kaviteye uygulanmaktadır. Bu adeziv sistemlerde asit bir şişede, primer ve adeziv ajan ise bir başka şişede bulunmaktadır.

İki aşamalı adezivler (asit/primer + bond): Bir şişe içerisinde asit ve primerin kombine edildiği, bir başka şişede ise adeziv ajanın bulunduğu sistemlerdir. Self etch primerler dentin yüzeyindeki smear tabakasını değiştirmektedir ve smear tabakasındaki artıkları hibrit tabakaya dahil eder.

Tek aşamalı adezivler (asit/primer/bond); Bu adeziv sistemler, self-etch primer ve bonding ajanını harmanlayan bir formülasyon içeren tek bir şişe kullanmaktadır. Klinik olarak kullanımı en kolay olanıdır ve adezyon işleminin basitliğine rağmen, bağlanma dayanımının genellikle kabul edilebilir olduğu bildirilmektedir.

Universal adeziv sistemler: Bu adeziv tipi, “çok modlu (multi-mod)” veya “çok amaçlı (multipurpose)” adezivler olarak isimlendirilmiştir. Çünkü self-etch adezivler gibi asit kullanmadan, etch and rinse adezivler gibi asit kullanarak veya minede etch and rinse, dentinde self etch olacak şekilde kullanılabilirler. Bu çok yönlü yeni adezyon felsefesi, her stratejinin en basit seçeneğinin, yani aynı tek şişe adeziv solüsyonu kullanılarak tek adımda self-etch veya iki aşamalı asitleme ve adeziv uygulama kullanımını savunur. Bu şekilde adezivin tek bir şişe içerisinde kombine edilmesi kesinlikle farklı yapıdaki dental substratların adezyonu (yani sağlam, çürük, sklerotik dentin ve ayrıca mine) için çok daha zorlayıcıdır. Asit kullanmanın avantajlarından faydalanabilmek öte dursun, diğer yandan, çok genç hastalarda zor erişim, sınırlı zaman veya zayıf hasta uyumu olduğu durumlarda tamamen self-etch modunda kullanılması tercih edilebilmektedir.

2.3. Kavite Dezenfektanları

Hastaya rahat bir çiğneme fonksiyonu sağlamak ve kavitenin sızdırmaz bir restorasyonu başarılı bir restoratif tedavinin temel hedefleri arasındadır. Çürük dokusu uzaklaştırılırken, remineralize olamayacak kadar demineralize olmuş enfeksiyonlu ve yumuşak dokunun kaldırılması, remineralize olabilecek sağlam dokunun ise korunması amaçlanmaktadır. Kavite duvarlarında, mine ve dentin birleşim yerlerinde, dentin tübülleri ve smear tabakasında kalabilecek bakterilerin restorasyon yapılmadan önce ortadan kaldırılması büyük önem taşımaktadır. Çünkü kavite içerisinde kalan bu rezidüel bakteriler, çürüğün yeniden oluşmasına sebep olabilmektedirler. Kavite içinin temizliğinin sağlanması ve bakterilerin eliminasyonu için; asit uygulaması, dentin bağlayıcı sistemler, antibakteriyel etkili restoratif materyaller ve kavite dezenfektanlarının kullanılması fikri ortaya çıkmıştır (Meiers ve Kresin, 1996; Türkün ve diğerleri, 2003).

Gümüş nitrat, potasyum siyanit, timol ve fenol gibi materyaller, geçmiş yıllarda dezenfektan amaçlı olarak kullanılmış olsalar da, pulpa dokusuna iritan etkileri rapor edildiğinden dolayı

artık kullanımları önerilmemektedir (Karanika Kouma, Dionysopoulos, Koliniotou, Koubia, Kolokotronis, 2001; Say, 2002).

Kavite dezenfeksiyonunda kullanılan materyaller yıllar boyunca çalışılmış ve bu konuyla alakalı daimi dişlerde oldukça fazla araştırma yapılmıştır. Bu yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre kavite dezenfektanı;

- Bakterisit etkisini düşük konsantrasyonlarda göstermeli,
- Geniş spektrumlu olmalı,
- Uygulanması esnasında pulpaya ve çevre yumuşak dokulara zarar vermemeli,
- Renksiz olmalı, dişte renk değişikliği yaratmamalı,
- Bağlanmaya negatif yönde etki etmemeli,
- Sıvı tükürük ve eksuda varlığında dahi uzun süreli etki göstermelidir (Say, 2002; Türkün ve Kaya, 2003; Türkün ve diğerleri, 2004a).

2.3.1. Benzalkonyum klorür

Kuaterner amonyum bileşiklerinden antiseptik etkili bir dezenfektan olan benzalkonyum klorür (BAC) katyonik yapıda yüzey aktif bir ajandır. Hidrofobik ve hidrofilik olmak üzere iki grubu bulunan BAC bu özelliğiyle bakteriyle iyonik ve hidrofobik etkileşimler göstermektedir. BAC, gram (+) bakteriler de, bakterinin hücre duvarına katyonik olarak bağlanma yoluyla, gram (-) bakteriler de ise hücre duvarında bulunan membran polisakkaritlerine ve fosfat gruplarına katyonik bağlanma yoluyla etki etmektedir (Chan ve Lo, 1994; Erganiş ve Öztürk, 2003, s:82).

BAC, mevcut bakteri duvarını eritir ve daha sonra da bakteri hücresinin proteinlerini denatüre ederek sitoplazmik membranın işlevini bozar. %0,4-1,6 'lık konsantrasyonlarda kullanılan BAC'ın, piyasada bulunabilen Tubulicid Blue/ Red (Suredental, Canada) isimli benzalkonyum içeren antimikrobiyel ajanı, kavite dezenfektanı amacıyla kullanılmaktadır (Brannström, Nordenwall, Glantz, 1980). Kırmızı renkli olan üründe (Tubulicid Red); BAC'a ilave olarak %1 oranında sodyum florür de eklenmiştir. Dentin hassasiyetinde ve kavite dezenfektanı olarak kullanılmıştır. Kron ve köprülerin simantasyonundan önce renklenmiş diş yüzeylerinin temizlenmesi için ise mavi renkli olan (tubulicid blue) kullanılmaktadır. İki farklı kullanımı bulunur. Çürük dokusunun uzaklaştırılması sırasındaki

kullanımında; kaviteye bir damla solüsyonun damlatılmasının ardından, düşük tırlı susuz bir döner alet veya ekskavatör yardımıyla yumuşak dentin temizlenmektedir. Kavite preparasyonundan sonra, kavite dezenfektanı amacıyla kullanıldığında ise, kavite duvarlarının solüsyon ile birkaç saniye silinerek temizlenmesi, yeterli etki süresine ulaşmak için 30-60 saniye beklenmesi ve ardından da kavitenin on saniye hava spreyi ile kurutulması gerekmektedir (Türkün ve diğlerleri, 2004a). Ortamın asidik olması ve ortamda serum, tükürük ve kan gibi organik bileşiklerin bulunması BAC'ın etkinliğini azaltmaktadır. Tüm diğler kuaterner amonyum bileşikleri gibi BAC'ın da bazik ortamda daha güçlü bir etki gösterdiği tespit edilmiştir (Chan ve Lo 1994).

Antimikrobiyal özellikleri

Streptococcus mutans, *streptococcus salivarius* ve *staphylococcus aureus*'a karşı güçlü antimikrobiyal özellik göstermesine rağmen antimikrobiyal etkinliği CHX'ten düşük bulunmuştur (Turkun, Ozata, Uzer ve Ateş, 2005).

Restorasyona etkileri

BAC'nin rezin restorasyonun dentin ile adezyonunu koruyabilen etkili bir MMP inhibitörü olduğu belgelenmiştir (Mazzoni ve diğlerleri, 2015).

Sharma ve diğlerleri (2009), Consepsis, Tubulicid Red ve Ora-5 ile kavite dezenfeksiyonu yapıldığında, mikrosızıntı açısından Consepsis ve Tubulicid Red'in güvenle kullanılabileceğini ancak iodine potasyum iodide içrikli Ora-5 kullanıldığında mikrosızıntı skorlarında ciddi bir artış gözlendiğini ve kavite dezenfeksiyonuna uygun olmadığını belirtmiştir. Say ve diğlerleri (2004), %2'lik CHX ve %1'lik BAC solüsyonlarının asit uygulandıktan sonra kavite dezenfektanı olarak kullanılmasının mikrogerilim ve makaslama bağlanma dayanımına anlamlı bir etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir. Ayrıca Sabatini ve Patel (2013), farklı konsantrasyonlardaki BAC'nin etch and rinse adeziv sistemlerde 18 ay boyunca bağlanmayı arttırdığını belirtmişlerdir. Ancak son yıllarda yapılan araştırmalar BAC'nin self-etch ve total etch sistemlerde bağlanmayı azalttığını göstermektedir (Karuna, Arathi, Nayak,'2018).

Yan etkiler ve istenmeyen durumlar

BAC'ın yapısı, nitratlar, permanganatlar, salisilatlar, sabunlar, anyonik sürfaktanlar, çinko oksit, gümüş tuzları ve sülfat ile uyumlu bir kimyasal yapıda değildir. Aynı zamanda, dezenfektan olarak kullanımının haricindeki alanlarda nadiren alerjik reaksiyonlar geliştirebileceği rapor edilmiştir. Tüm bunların yanında yüksek konsantrasyonlarda BAC'ın toksik ve alerjik etkilerinin yanında %10'luk veya daha yüksek konsantrasyonlarda yutulması ölüme kadar varabilen komplikasyonlara sebep olmaktadır (Hitosugi, Maruyama, Takatsu, 1998).

2.3.2. Hidrojen peroksit

Renksiz, kokusuz ve su ve alkolde çözülebilen bir sıvı olan hidrojen peroksit (H_2O_2), su ve oksijene kolaylıkla ayrışabilmektedir ve suyun elektrolizi sırasında katot tarafında oluşmaktadır. H_2O_2 'nin; sporlu mikroorganizmalar, virüsler, bakteriler ve mantarlar üzerinde antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Ohara, Torabinejad, Kettering, 1993; Özel, Yurdagüven, Saygı, Kocagöz, 2005). H_2O_2 oksidasyon aracılığıyla kavite dezenfeksiyonu sağlamaktadır ve bu özelliği sebebiyle, restoratif materyal kaviteye uygulanmadan önce, kavitenin içinin %2-3'lük H_2O_2 ile dezenfeksiyonu tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir (Ohara ve diğerleri, 1993; Baum, Philips ve Lund, 1995, s.:123).

Antimikrobiyal özellikleri

Bazı bakterilerin katalaz aktivitesine sahip olmadıkları bu sebeple de peroksiti bozamadıkları bildirilmiştir ve bu bakteriler H_2O_2 'e hassastır. Stafilokok benzeri katalaz aktivitesi bulunan bakteriler, bu özellikleriyle oksidasyonu oluşturduğu hasarlardan korunabilseler bile yüksek konsantrasyonlarda kullanılan H_2O_2 'in bu savunma mekanizmasını da yok ettiği bildirilmiştir (Ohara ve diğerleri, 1993). Katalaz aktivitesi bulunmayan streptococcus mutans üzerinde, BAC içeren ve içermeyen fosforik asit uygulamalarının antimikrobiyal etkinliklerinin değerlendirdiği bir araştırmada, %3'lük H_2O_2 içeren fosforik asitin en yüksek seviye antimikrobiyal etkiyi gösterdiği saptanmıştır (Özel ve diğerleri, 2005).

Restorasyona etkileri

Oksijen ve suya hidrolize olması ile açığa çıkan oksijen rezin bazlı materyallerin polimerizasyonunu inhibe etmektedir ve hidrojen peroksitin, rezin restorasyonların mikrosızıntısını arttırdığı birçok çalışmada rapor edilmiştir (Crim, 1992; Gökay, 1993; Barkhordar, Kempfer ve Plesh, 1997; Bağış ve Ertaş, 2000). Bu nedenle H_2O_2 'nin kavite dezenfektanı olarak kullanılması günümüzde geçerliliğini kaybetmiştir (Öztekin ve Adıgüzel, 2019; Topbas ve Adıgüzel, 2017).

2.3.3. Sodyum hipoklorit

Sodyum hipoklorit ($NaOCl$), Berthollet tarafından keşfedilen, dilue edilmiş kostik sodanın gaz veya sıvı haldeki klorinle reaksiyona girmesi sonucu oluşan yeşilimsi-sarı renkli bir sıvıdır. Pashley (1985), $NaOCl$ 'nin anti mikrobiyal etkinliğini değerlendirdiği bir araştırmasında, $NaOCl$ 'nin, mantar, spor, bakteri, bakteriyofaj ve virüslere karşı etkili olduğunu rapor etmiştir.

Antimikrobiyal özellikleri

Sodyum hipoklorit, hücre proteinlerini oksidize ve hidrolize edebilmekte ve aynı zamanda hipertonsitesi sebebiyle hücre sıvılarını çekebilmektedir. Tüm antimikrobiyal etkisi bu yeteneklerinden kaynaklanmaktadır. $NaOCl$ 'nin %5,25'lik konsantrasyonunun 15 sn. boyunca uygulanmasının *Candida albicans*, *Porphyromonas endodontalis*, *Staphylococcus aureus*, *Prevotella intermedia* ve *Porphyromonas gingivalis*'e karşı oldukça etkin olduğunu rapor etmişlerdir (Berber ve diğerleri, 2005; Özel ve diğerleri, 2006). Eğer $NaOCl$ dokudaki proteinlere temas ederse, bu proteinlerdeki peptit bağlarını kırar ve proteinleri denatüre eder. Canlı dokulara temasında eğer düşük konsantrasyonlarda ise enflamatuar reaksiyonlar, çok daha yüksek konsantrasyonlardaysa doku hasarı ortaya çıkabilmektedir. Teorik olarak $NaOCl$ konsantrasyonu etkin olabileceği en düşük seviyede tutulması gerektiği savunulmuştur (Perdigao, Lopes, Geraldini, Lopes, Garcia Godoy, 2000). $NaOCl$ 'nin özellikle H_2O_2 ile beraber kullanılmasının, dentin tübüllerinin hemen hemen tamamını, etkili bir biçimde dezenfekte edebildiği bildirilmesine rağmen $NaOCl$ 'nin oksidasyon özelliği, diş ve periodontal dokular üzerinde hasara sebep olmaktadır. $NaOCl$ 'nin konsantrasyonu ve hacmine bağlı olarak, oluşan doku hasarının şiddeti de değişmektedir (Sabala ve Powell,

1989). NaOCl; NaCl ve O₂'ye ayrışarak; H₂O₂ ise O₂ ve H₂O'ya ayrışarak etki etmektedir (Perdiago ve diğerleri, 2000; Özel ve diğerleri, 2005). Özel ve diğerleri (2005), dezenfektan konsantrasyonunun düştükçe antimikrobiyal etkinliğin de azaldığını rapor etmişlerdir.

Kanal tedavisinde uzun yıllardan beri irrigasyon solüsyonu olarak kullanılan NaOCl'nin %1-5,25'lik konsantrasyonu bakterisit özelliğe sahiptir. Ayrıca bu konsantrasyonlardaki NaOCl organik dokuları çözebilmektedir (Baumgartner ve Mader, 1987). NaOCl'nin, bazı kanal ağızlarındaki smear tıkaçlarını ortadan kaldıracı olduğu gösterilse de intertübüler alandaki smear tabakasını tamamen elimine etmede etkili olamadığı tespit edilmiştir (Prati, Selighini, Ferrieri, Mongiorgi, 1994; Marais, 2000).

Restorasyona etkileri

NaOCl, parçalandığında ortaya sodyum klorür ve oksijen çıkmaktadır. Oksijen de rezin bazlı materyallerinin polimerizasyon reaksiyonunu bozmaktadır. Aynı zamanda da dentindeki kollajenin yapısını bozmakta ve adeziv sistemlerle elde edilen hibridizasyonu önlemektedir (Perdigao ve diğerleri, 2000).

Self-etch adeziv sistemler ile NaOCl kullanıldığında bağlanma dayanımının arttığını gösteren araştırmalar, bu durumu NaOCl 'nin spesifik olmayan proteolitik özelliğinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (Reddy ve diğerleri, 2013; Ercan ve diğerleri, 2009; Fawzy, Amer, El-Askary, 2008). NaOCl'in smear tabakası üzerine uygulanması, kollajen fazını ortadan kaldırır ve dentin yüzeyini hidroksiapatit kristalleri açısından zenginleştirir ve sonuçta self-etch adeziv sistemlerin kimyasal bağlanmasını artırır (Elkassas, Fawzi, El Zohairy, 2014).

Bununla birlikte, NaOCl'nin bağlanma dayanımı üzerindeki etkisi ile ilgili olarak, klorheksidininkine benzer bir tartışma yaşanmaktadır. Birkaç araştırma NaOCl'in bağlanma kuvvetini olumsuz etkilediğini bildirmiştir (Reddy ve diğerleri, 2013; Elkassas ve diğerleri, 2014). Bu durumun nedenleri arasında metodoloji, dentin substratı ve bağlama materyali üretimi arasındaki farklar bulunmaktadır (Reddy ve diğerleri, 2013). Azalan bağlanma dayanımının ayrıca, adezivlerin NaOCl'nin oksitleyici etkisine duyarlılığı veya dentin yüzeylerinin aseton/etanol içeren adezivler ile ıslanabilirliğinin etkilenmesi veya adezivin hafif aktivasyonu sırasında oluşan serbest vinil radikalleri ile bağlantılı olduğu da

düşünülmektedir (Pattanaik ve Chandak, 2013). NaOCl'nin uygulama süresi bile bağlanma dayanımı üzerinde etkilidir. NaOCl ile 30 saniye ön-muamele, bağlanma dayanımı üzerinde zararlı bir etkiye sahipken, 15 saniye boyunca aynı ön-muamele işleminin önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Pattanaik ve Chandak, 2013; Arslan ve diğerleri, 2011).

Yan etkiler ve istenmeyen durumlar

NaOCl, organik madde çözme özellikleri ve antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle endodontide en yaygın kullanılan çözeltilerdir. Bununla birlikte, bu çözelti, aynı zamanda kalsiyum ve fosforun da etki ettiği gibi, dentin dokusunun mineral bileşenlerini değiştirerek dentinin kimyasal ve yapısal özelliklerinde olumsuz değişiklikleri de teşvik etmektedir. İrrigasyonun neden olduğu dentin dokusunun mekanik özelliklerinin bu şekilde değiştirilmesi, dentin dokusunda erozyona ek olarak, azaltılmış dentin mikro sertliği, eğilme mukavemeti, elastikiyet modülü, geçirgenlik ve çözünürlük gibi istenmeyen etkiler yaratmaktadır (de Almeida Rodrigues, de Souza Franco Nassar, da Silva, Pedrinha, Alexandrino, 2019).

2.3.4. İyodin solüsyonları

İyodinin antiseptik özelliği 1800'lü yılların başından beri bilinmektedir. Tıp ve diş hekimliğinde dezenfektan ve antiseptik olarak kullanılmakta olan iyodin solüsyonlarının, iyodin potasyum iyodid (I₂-KI), potasyum iyodid bakır sülfat (I₂-KI,CuSO₄), iyodin dezenfeksiyon solüsyonu (I₂DDS), povidon iyodin (PVP-I) gibi farklı bileşikler de diş hekimlerinin kullanımına sunulmuştur. İyodin ve bakır sülfat içeren bu madde aslen aft ve intraoral yaralanmalarda dezenfeksiyon amacıyla kullanılmaktadır ve içeriğine, ağrıyı azaltabilmek için bakır sülfat, antiviral ve antimikrobiyal etkinliği arttırmak içinse iyodin eklenmektedir (Uygun, 2007).

Antimikrobiyal özellikleri

İyodin solüsyonlarının gram pozitif ve negatif bakterilerde bakterisid etki bildirilmektedir. Virüsler ve mantarlara karşı ise aktiviteleri düşük sayılmaktadır. Sporosit etkileri ise hemen hemen yoktur (McDonnell ve Russell, 1999; Albay, 2005; Uygun, 2007). İyot, hücre duvarında penetre olabilmektedir ve oksidasyon ile bakterilerin elektron transportunu

bozmaktadır (Albay, 2005). Etkisi hızlı ve güçlü olmakla birlikte uygulama süresi, pH, konsantrasyon ve ısıyla farklılıklar da gösterebilmektedir (Uygun, 2007).

Yüzde iki iyot çözeltisinin bakterisit etkiye sahip olduğu kanıtlanmıştır, bu sebepten dolayı restoratif diş hekimliğinde kavite dezenfektanı olarak etkili bir şekilde kullanılmaktadır (da Silva, Calamia, Coelho, Carrilho, de Carvalho, Caufield, 2006). İyodin-potasyum iyodür solüsyonlarının, uzun süre boyunca pürüzsüz yüzeydeki streptococcus mutans seviyelerini azaltabildiği gösterilmiştir (Sharma, Nainan, Shivanna, 2009).

Restorasyona etkileri

Yüzde iki iyot çözeltisi, adeziv uygulamasından önce uygulandığında, etanol veya su bazlı adezivler için düşük mikrokerilim bağlanma dayanımı değerleri ile sonuçlanmıştır. Etanol ve/ veya su bazlı adezivler için düşük bağlanma dayanımı değerleri, taşıyıcı olarak kullanılan gliserolün (%53) eksik şekilde çıkarılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kalıntı gliserol, hibrit katman oluşumunu engelleyebilmektedir ve sonunda çözücüler buharlaştıkça su / etanol bazlı adeziv ve gliserol arasında faz ayrılmasına yol açarak adezyonu etkilemektedir. Fakat aseton bazlı bir yapıştırıcı durumunda, aseton artık gliserole nüfuz edebilmekte ve bu nedenle bağlanma kuvveti üzerinde hiçbir etkisi olmamaktadır (Karuna ve diğerleri, 2018).

Yan etkiler ve istenmeyen durumlar

İyodin aşırı duyarlılığı dikkat edilmesi gereken bir yan etkidir ve metabolik komplikasyonlara sebep olabileceğinden hamile ve tiroid rahatsızlığı bulunan hastalarda kullanımı kontrendikedir.

2.3.5. Ozon

Gaz ozon (O_3); doğadaki ultraviyole (UV) ışınlarının, atmosferde bulunan oksijen moleküllerini parçalayıp ozon moleküllerine çevirmesiyle oluşmaktadır. Teknolojik olarak oluşturulan ozon ise, havadan veya saf oksijenden elektron boşalımı yardımıyla üretilmektedir. Gaz ozonun oksidatif etkinliği çok yüksektir ve bilinen en kuvvetli ve etkin dezenfektandır. Kullanım alanları hızla yaygınlaşmaktadır ve güvenle kavite dezenfektanı olarak kullanılabilir (Azarpazhooh ve Limeback, 2008).

Antimikrobiyal özellikleri

Ozon tedavisi, güçlü antiviral, antifungal, antimikrobiyal etkisi ile, etkin ve hızlı yara iyileştirme özelliği sayesinde gittikçe daha da popüler hale gelmiştir. Yüksek oksidasyon seviyesi, ozonun bakteri üzerinde yarattığı yıkımda etkin bir rol oynamaktadır. Ozon, havadaki moleküler oksijenin parçalanması sonucu elde edildiğinden dolayı kararlı bir yapıya sahip değildir ve dezenfeksiyon işlemi tamamlandıktan sonra hemen hammaddesi olan oksijene ayrılmaktadır. Bu nedenle gaz ozonun, dezenfeksiyonun ardından kalıntı ve artık bırakmayan bir dezenfektan olması, ozonu diğer dezenfektanlardan oldukça ayrı bir noktaya koymaktadır. (Azarpazhooh ve Limeback, 2008).

Kontrollü salınım yapan ozon cihazları, yüksek konsantrasyonlarda O_3 (2100 ± 200 ppm) uygulanmasına izin vermektedir. Lezyondaki bakterilerin hücre zarları ozonla temas ettikçe yok edilir. Bu oksidatif işlem sırasında, glikoproteinler, glikolipitler ve lezyonu koruyan diğer amino asitler de etkilenir. Dentin kanalları açılır ve yerleşik bir kolonizasyon gerçekleşmeden önce lezyonun remineralize olması muhtemeldir. Ayrıca ozon, piruvik asidi, asetat ve CO_2 'i okside eder ve artan pH ile remineralizasyonu mümkün kılar (Atabek ve Öztaş, 2011).

Restorasyona etkileri

Ozon uygulamasının adezivlerin bağlanma kuvveti üzerindeki etkisi tartışmalıdır. Ayrıca kullanılan ozon (su veya gaz) formuna bağlı olarak değişken sonuçlar da görülür. Ozon gazı kavite dezenfektanı olarak kullanıldığında kullanılan adeziv sistemden bağımsız olarak bağlanma kuvvetini veya mikrosızıntı skorlarını tehlikeye atmamıştır. Ayrıca iki aşamalı etch-and-rinse sistemlerin, self-etch adezivlerin, yapıştırma simanlarının rezin-dentin/mine bağlanma kuvvetinin etkilenmediği bulunmuştur. Ancak literatürde, polimerizasyon sürecini engelleyebilecek oksijenin ve ozonun diğer oksidanlarının varlığından kaynaklanabilecek azalmış bağlanma kuvveti de bildirilmiştir. Asitlemeden önce kavite dezenfeksiyonu sonrasında mikro gerilme bağlanma dayanımı (μ TBS) değerlendirildiğinde sıvı ozon, gaz ozon ve CHX'den daha yüksek değerler göstermiştir; sıvı ozonun, organik artıkları kaldırarak dentin tübüllerini açabileceği belirtilmektedir (Karuna ve diğerleri, 2018).

Dental kompozitlerin bağlanma dayanımının ozon tarafından ne kadar etkilendiğinin incelendiği birçok araştırma bulunmaktadır. Ozon ile kavite dezenfeksiyonunun, kompozit rezinlerin mineye bağlanma üzerindeki etkisini değerlendiren bazı araştırmalar, ozonun minede bağlanma dayanımı ya da mikrosızıntı üzerinde hiçbir etki göstermediğini bildirmişlerdir (Shafiei ve Memarpour, 2012; Duki, Duki, Milardovi, 2009). Marchesi ve diğerleri (2012), fissür örtücü uygulanacak olan daimi dişlere 80 saniye ozon uygulamasının fissür örtücüler üzerindeki etkisini değerlendirdikleri araştırmalarında, Concise ve UltraSeal XT Plus fissür örtücülerdeki anlık mine makaslama ve mikrosızıntı değerlerini skorlamışlar ve ozonun bağlanma ve sızıntıya negatif bir etkisinin olmadığı rapor etmişlerdir. Ayrıca birkaç araştırma, bağlanma dayanımında veya mikrosızıntıda iyileşme bildirmiştir (Çehreli, Yalçinkaya, Guven-Polat, Çehreli, 2010; Schmidlin, Zimmermann ve Bindl, 2005). Çehreli ve diğerleri (2010), ozon ile kavite dezenfeksiyonunun mikrosızıntı miktarını önemli derecede düşürdüğünü ve restoratif materyalin daha iyi adapte olduğunu bildirmiştir. Schmidlin ve diğerleri (2005), sadece ozonun uygulanması veya uygulamadan sonra bir ksilitol ve florür içerikli antioksidanın 60 saniye süreyle tatbikinin, mine mikromakaslama bağlanma dayanımında önemli bir artışa neden olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, Pires, Ferreira, Oliveira, Silva ve Melo (2013), mikromakaslama bağlanma dayanımının 20 saniyelik ozon uygulamasından sonra, total-etch adeziv sistemler için self-etch sistemden daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Dentin üzerinde yapılan araştırmaların çoğu, kullanılan adeziv sistemlerinin türüne bakılmaksızın, ozonun bağlanma mukavemeti üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildirmektedir (Kapdan ve Öztaş, 2015; Arslan ve diğerleri, 2011; Cadenaro ve diğerleri, 2009; Schmidlin ve diğerleri, 2005).

Yan etkiler ve istenmeyen durumlar

Ozon cihazlarının kuvvetli oksidasyon etkisi ve potansiyel toksisitesi bu cihazların daha hassas kullanılmasını gerektirmektedir. Üretici firmanın kullanım protokolüne kesinlikle uyulması gereken bu cihazlar aynı zamanda da geleneksel kavite dezenfektanlarına göre oldukça pahalıdır (Naik, Rajeshwari, Kohli, Zohabhasan, Bhatia, 2016).

2.3.6. Lazerler

Kavite dezenfeksiyonu için kimyasal maddelere bir alternatif de lazerlerdir (Öznurhan ve Buldur, 2015a). Lazerler farklı dalga boylarında ışın yayan cihazlardır. ‘‘Lazer’’ kelimesi,

uyarılmış radyasyon emisyonu ile ışık amplifikasyonu için kullanılan bir kısaltmadır (Bin-Shuwaish, 2016). KTP (potasyum titanil fosfat), CO₂ (karbondioksit), Nd: YAG (neodmiyum yttriumaluminum garnet), Er: YAG (erbiyum yttriumaluminum garnet) ve Er,Cr: YSGG (erbiyum, kromiyum: yttriumscandium garnet) gibi lazerler, debris ve smear tabakasını etkin biçimde kaldırdıkları için kavite dezenfeksiyonu için uygundur (Öznurhan, Öztürk, Ekci, 2015b; Arslan ve diğerleri, 2011; Kapdan, Öztaş, Sümer, 2013). Smear tabakasının çıkarılması sonuç olarak mikroorganizmaları ortadan kaldırmaya ve rezidüel çürükleri önlemeye yaramaktadır (Öznurhan, Öztürk, Ekci, 2015b). Böylece, kavitelere lazer uygulaması, geleneksel yöntemlere göre daha yüksek bağlanma dayanımı ve daha uzun ömürlü restorasyonlar vadetmektedir (Arslan ve diğerleri, 2011). Daha kısa dalga boylarına sahip yüksek enerjili lazerler, kimyasal ve fotodinamik reaksiyonların, diş pulpasının hem sert hem de yumuşak dokularına daha az hasar vererek verimli bir şekilde ilerlemesini sağlar. Bu sebeplerden dolayı kavite dezenfeksiyonu için etkili bir şekilde kullanılmıştır. KTP lazerin bağlanma kuvveti üzerindeki etkisi incelendiğinde, uygulama sürelerinden bağımsız olarak artmış mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri gözlenmiştir (Öznurhan ve Buldur, 2015a).

Işınları oluşturan farklı aktif ortamlarda farklı tiplerde lazerler üretilmiştir. Bu ortamlar, erbiyum katkılı itriyum, alüminyum ve garnet lazerlerinde olduğu gibi katı halde olabilir veya Er: YAG ve karbondioksit (CO₂) lazerleri, gaz veya diyot lazerlerde olduğu gibi yarı iletken olabilmektedir. 1960'lı yıllardan beri, farklı uygulamalara sahip çok çeşitli lazer türü sert dokular, yumuşak dokular, ışıkla sertleştirme, diş beyazlatma ve dezenfeksiyon için diş hekimliği uygulamalarında kullanılmıştır. Bu lazerler arasında Nd: YAG, Er: YAG, neodmiyum yttriumaluminum perovskite (Nd: YAP), diyot, argon, erbiyum kromatodyum itodyum scandium gallium garnet (Er, S): ve Potasyum-titanil-fosfat (KTP) bulunmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresinin, Er: YAG ve Er, Cr: YSGG lazerleriyle, dental yapıların kesilebilmesini onaylamasının ardından, diş hekimliğinde yaygın olarak kullanıma girmiştir (Bin-Shuwaish, 2016).

Antimikrobiyal özellikleri

Lazer kullanımı, bakteri hücresinin intratübüler suyunun genişlemesine neden olur ve bakteriler üzerinde termal ve fotodisruptif etkilere sahiptir, bu da hücre büyümesinde bozulmaya ve lizise yol açar (Mohan, Uloopi, Vinay, Rao, 2016). de Sousa Farias, Nemezio,

Corona, Aires, Borsato (2016), streptococcus mutans biyofilmindeki canlı bakteri sayısının, lazerle uygulanan antimikrobiyal fotodinamik tedavi sayesinde, ciddi seviyelere düşürülebildiğini rapor etmişlerdir. Bir in vivo araştırmada, Mohan ve diğerleri (2016), diyet lazer de dahil olmak üzere farklı dezenfektanların antimikrobiyal aktivitelerini karşılaştırmıştır. Diyet lazer grubu kontrol grubuyla karşılaştırıldığında daha düşük miktarda streptococcus mutans ve lactobacilli skorları rapor edilmiştir ama %2'lik CHX ile elde edilen antimikrobiyal aktiviteden çok da farklı olmadığı bildirilmektedir. Er: YAG lazerin antimikrobiyal ajan olarak ve smear tabakası sökücü olarak etkinliği de belgelenmiştir (Takeda, Harashima, Kimura, Matsumoto, 1998; Takeda, Harashima, Kimura, Matsumoto, 1999).

Restorasyona etkileri

Çok sayıda araştırma, Er, Cr: YSGG veya KTP lazerlerinin kullanımının restorasyonun bağlanma gücünü olumsuz etkilemediğini bildirmiştir. Çelik ve diğerleri (2010), kavite dezenfekte etme prosedürü olarak lazer ışınının, total etch ve self etch adeziv sistemlerde bağlanma dayanımını attırabileceğini ancak kullanılan adeziv sisteme göre değişiklik gösterebileceğini bildirmiştir. Arslan ve diğerleri (2012), lazer ve diğer kavite dezenfektanlarının total etch sistemlerde mikrosızıntı açısından bir fark yaratmadığını ancak self etch sistemlerde bu durumun kullanılan kavite dezenfektanına bağlı olduğunu bildirmiştir. Farklı adeziv sistemlerde kavite dezenfektanı olarak %2'lik CHX ve lazer uygulamasının, mikrogerilim bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği bir araştırmada; %2'lik CHX ve lazer ışınının, kullanılan adeziv sisteme bağlı olarak adezyonun gücünü etkileyebileceği ve kavite dezenfekte edici bir prosedür olarak lazerin, adeziv sistemlerin bağlanma dayanımını arttırabileceği öne sürülmüştür (Çelik, Özel, Bağış, Erkut, 2010).

2.3.7. Aloe vera (Aloe Barbadensis Miller)

Ortaya çıkan bir başka kavite dezenfektanı Aloe vera jelidir. Potansiyel antimikrobiyal, antioksidan ve düşük sitotoksikite seviyelerine sahip antiinflamatuvar özellikleri nedeniyle diş hekimliğinde kullanılması umut verici bir materyaldir (Tüzüner ve diğerleri, 2013). Aloe vera'nın antimikrobiyal aktivitesi, aloin, aloe-emodin, antrakinonlar, aloetik asit, aloe mannan, antrasen, aloerid, antranol, saponin, resistanol ve kriofanik asit dahil olmak üzere

bir dizi farmakolojik olarak aktif bileşige atfedilmektedir (Prabhakar, Karuna, Yavagal, Deepak, 2015).

Antimikrobiyal özellikleri

İn vivo bir araştırmada aloe veranın etanolik ekstraktının kavite dezenfeksiyonu sonrasında bakterilerin neredeyse tamamen yok edilmesini sağladığı bulunmuştur (Prabhakar ve diğerleri, 2015). Aloe vera'nın alkol ekstraktının avantajı, aloe vera'nın aktif bileşenlerinin bu sıvı ekstrakt ortamında oldukça çözünür olması ve böylece antimikrobiyal aktivitenin artırılmasıdır (Prabhakar ve diğerleri, 2015). Aloe vera ve propolisin antimikrobiyal etkinliğinin incelendiği bir araştırmada, aloe vera ve propolisin etanolik ekstraktlarının sadece bakteriyostatik olduğu ve antimikrobiyal etkinliklerinin, streptococcus mutans ve lactobacillus acidophilus'a karşı CHX'ten daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır (Mahabala, Shrikrishna, Natarajan, Nayak, 2016).

Restorasyona etkileri

Farklı kavite dezenfektanlarının total etch adeziv sistemlerdeki bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği bir araştırmada, aloe veranın ve CHX'in bağlanma dayanımını arttırdığı rapor edilmiştir (Sinha ve diğerleri, 2018). Üç farklı kavite dezenfektanı uygulanmasının, bir etch-and-rinse adeziv sisteminin dentine anında ve gecikmiş makaslama bağlanma dayanımları (SBS'ler) üzerindeki etkisinin değerlendirildiği bir araştırmada; CHX, Aloe vera ve tespih ağacı ekstraktının, hem anlık hem de gecikmiş bağlanma dayanımı skorlarının kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ve kavite dezenfektanı için uygun olduğu iddia edilmiştir (Bhardwaj, Ballal, Velmurugan, 2012).

2.3.8. Propolis

Propolis, bal arıları tarafından üretilen ve antimikrobiyal, antifungal, iyileştirici, antienflamatuar, anestezik aktivitelerle bilinen doğal bir reçinedir (Öznurhan ve Buldur, 2015a; Kandaswamy, Venkateshbabu, Gogulnath, Kindo, 2010).

Antimikrobiyal özellikleri

İn vivo koşullarda streptococcus mutans'ın propolis'e duyarlı olduğu ve bu nedenle diş çürüğü tedavisinde kullanılabileceğine işaret edilmektedir (Öznurhan, Öztürk, Ekci, 2015b). Propolis'in antimikrobiyal özelliği, çeşitli bileşenlerinin benzersiz özelliklerine ve aralarındaki sinerjiye atfedilen birçok şekilde açıklanabilir (Prabhakar ve diğerleri, 2015). Mohan ve diğerlerinin (2016) süt dişlerinde yürüttükleri bir araştırmada; diyet lazer, propolis, %2'lik CHX ve APF jelin kavite dezenfeksiyonundaki etkinliğini değerlendirmişlerdir. APF jelin en düşük antimikrobiyal aktivite gösterdiği ve diyet lazer ve propolisin kavite dezenfeksiyonunda %2'lik CHX kadar etkin olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca birçok bakteri türü üzerinde propolis ve %2'lik CHX solüsyonunun etkinliğinin incelendiği bir araştırmada propolis ekstraktının CHX kadar etkin antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmektedir (Eralp ve diğerleri, 2016).

Restorasyona etkileri

Propolis ile kavite dezenfeksiyonu sonrasında μ TBS üzerindeki etki değerlendirildiğinde, gözlenen mikrogerilim bağlanma kuvveti lazer grubundan daha düşük, ancak ozon grubundan daha yüksek bulunmuştur (Öznurhan ve Buldur, 2015a). Kavitelere propolis uygulandıktan sonra mikrosızıntı skorları değerlendirildiğinde, self-etch adeziv ile daha yüksek değerler görülürken, etch and rinse adeziv ile herhangi bir farklılık gözlenmemiştir (Cadenaro, Delise, Antoniollo, Navarra, Di Lenarda, Breschi, 2009). Bu yükselmiş mikrosızıntı skorları propolisin dentin üzerindeki hafif agresif etkilerine bağlanabileceği bildirilmiştir (Öznurhan, Öztürk, Ekci, 2015b).

2.3.9. *Salvadora persica*

Salvadora persica (s.persica, diş fırçası ağacı) Salvadoraceae ailesinin bir üyesidir. Çarpık bir gövdeye sahiptir ve dalları uzun yıllardır doğal bir diş fırçası (misvak) olarak kullanılmaktadır (Halawany, 2012).

Antimikrobiyal özellikleri

Birçok araştırma, s. persica özütlerinin karyojenik patojenlere karşı antimikrobiyal etkilere sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır (Sofrata, Claesson, Lingström, Gustafsson, 2008; El-Latif

Hesham, Alrumman, 2016). Ek olarak, birkaç anket, misvak kullanıcıları arasında, kullanmayanlara kıyasla düşük çürük seviyeleri bildirmiştir (Sathananthan, Vos, Bango, 1996). Ayrıca, *S. persica* ekstrelerinin dentine uygulandıktan sonra smear tabakasını çıkardığı bildirilmiştir (Balto, Ghandourah, Al-Sulaiman, 2012).

Restorasyona etkileri

Salama, Balto, Al-Yahya ve Al-Mofareh (2015) tarafından yapılan bir araştırmada, misvak ekstraktlarının kompozit restorasyonların bağlanma dayanımı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yazarlar, in vitro olarak, *S. persica*'nın 1 mg/mL etanol özütü ile %0,2'lik CHX ve %1,3'lük NaOCl'nin dentin dezenfeksiyonunda kullanılmasının, süt dişlerinin sınıf V rezin kompozit restorasyonlarının mikro sızıntısı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

2.3.10. Morinda citrifolia

Morinda citrifolia, çok çeşitli terapötik etkileri ve besin değerlerine sahip olduğu bilinen ve bu nedenle geleneksel tıpta da sıklıkla kullanılan tropikal bir ağaçtır. Bu ağaçtan elde edilen ekstrakta, *morinda citrifolia* juice (MCJ) denilmektedir (Wang ve diğerleri, 2002).

Antimikrobiyal etkinlik

MCJ'nin oral patojenlere karşı antimikrobiyal etkileri iyi bir şekilde belgelenmiştir (Kandaswamy ve diğerleri, 2010; Podar, Kulkarni, Dadu, Singh, Singh, 2015; Murray, Farber, Namerow, Kuttler, GarciaGodoy, 2008). Kandaswamy ve diğerleri (2010), MCJ'nin antimikrobiyal aktivitesinin propolisinkine eşit, ancak %2'lik CHX solüsyonundan daha düşük olduğunu bildirmiştir.

%6'lık MCJ'nin bir smear tabakası sökücü olarak etkinliği de literatürde kanıtlanmıştır (Podar ve diğerleri, 2015; Murray ve diğerleri, 2008).

Restorasyona etkileri

Dikmen ve arkadaşları (2015), MCJ'nin NaOCl'ye eklenmesinin adeziv sistemlerin mikrogerilim bağlanma dayanımı üzerindeki etkilerini diğer antioksidan solüsyonlarla

karşılaştırmıştır. Distile su, %5,25'lik NaOCl, NaOCl ile distile su, NaOCl ile proantosiyanidin (PA) ve NaOCl ile MCJ kullanımını bir self-etch adeziv sistemde (Single Bond Universal Adhesive) karşılaştırmışlardır. Yazarlar, "MCJ'li NaOCl" grubunun, MCJ'siz gruptan anlamlı ölçüde daha yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri sergilediğini bildirmişlerdir. MCJ'nin NaOCl'ye dentin ön-muamele solüsyonu olarak eklenmesinin bağlanma gücünü önemli ölçüde artırdığı sonucuna varılmıştır.

2.3.11. Klorheksidin glukonat

İlk olarak 1950'lerde İngiltere'de geliştirilen klorheksidin (CHX), 1970'lerde de ABD'de kullanılmaya başlanmıştır. 1954 yılında cilt yaraları için antiseptik olarak kullanılmıştır (Uygun, 2007). Cerrahi işlemlerden önce genel ağız gargarası olarak, endodontik tedavilerde kanal içi irrigasyon solüsyonu olarak ve restoratif tedavilerde kavite dezenfektanı olarak diş hekimliği alanında da kullanım bulmuştur. Günümüzde kullanım alanı gittikçe artmaktadır. CHX; klorofenil halkası ve iki biguanid grubunun santral heksametilen halkası tarafından birleştirilmesiyle oluşan simetrik bir katyonik moleküldür (Uygun, 2007). Asetat, hidroklorit tuzu ve CHX olmak üzere üç farklı formda bulunabilmektedir (Fardal ve Turnbull, 1986; Albay, 2005).

Antimikrobiyal özellikleri

CHX; gram negatif ve pozitif bakteriler ve fakültatif aerob/anaerob bakteriler üzerinde etkilidir. Aerob ve fakültatif anaerob bakterilere nazaran, anaerob bakteriler üzerindeki etkisi daha yüksek bulunmuştur (Achong, Briskie, Hildebrant, Feigal, Loesche, 1999). Gram pozitif bakterilerden biri olan Streptococcus mutans üzerindeki etkinliği oldukça yüksekken laktobasiller üzerinde etkinliği bulunmamaktadır. CHX'in actinomyces bakteri suşlarına karşı etkinliği ise oldukça yüksektir (Fardal ve Turnbull, 1986; Audus, Tavakoli Saberi, Zheng, Boyce, 1992; Achong ve diğerleri, 1999). Mantar sporları başta olmak üzere birçok spor CHX'e direnç göstermektedir (McDonnell-Russell, 1999; Albay, 2005; Uygun, 2007).

CHX'in mikroorganizmalar üzerindeki primer etkisi, hücre duvarının dejenerasyonu, konsantrasyona bağlı olarak hücre büyümesinin durması ve hücre ölümü şeklinde sayılabilmekle beraber sekonder etkisi ise hücredeki glikozitik ve proteolitik enzimlerin inhibisyonu şeklinde açıklanabilmektedir (Greenstein, Berman, Jaffin, 1986). Pozitif yüklü

katyonik bir molekül olan CHX'nin negatif yüzeyle (ekstraselüler polisakkaritler, pelikül, hidroksiapatit, hücre duvarı, oral mukoza ve tükürük müsinleri) afinitesi bulunmaktadır. Bu özelliğiyle sayesinde pelikül formasyonunu azaltmakla beraber diş yüzeyinden kontrollü olarak salınarak da ağız içindeki varlığını devam ettirebilmektedir (Gjermo, 1989; Kidd, 1991).

CHX'in çeşitli konsantrasyonlarda kullanımı diş hekimliğinde yaygındır ve bu maddenin kavite temizleme maddesi olarak kullanılması bazı ülkelerde standart protokolün bir parçasıdır. CHX, gram pozitif ve gram negatif bakteri ve mantarlara ve ayrıca katepsin MMP 2, 8 ve 9'a karşı etkilidir (Scaffa ve diğerleri, 2012). Düşük konsantrasyonlarda CHX, bakteriyel hücrenin ozmotik dengesini değiştirerek, düşük moleküler ağırlıklı moleküllerin (potasyum ve fosfor) salınımını teşvik eden bakteriyostatik etkiye sahiptir. Öte yandan, yüksek konsantrasyonlarda bakterisidal etkiye sahiptir, membran geçirgenliğinde bir artışa neden olarak hücre sitolizine neden olur. Sonuç olarak, potasyum dahil olmak üzere büyük hücre içi bileşenlerin salımı, hücre yapısı değişerek sitoplazmik proteinlerin çökmesine neden olur (Di Hipólito ve diğerleri, 2012).

Diş hekimliğinde CHX, streptococcus mutans seviyesini azaltmak amacıyla vernik, ağız gargaraları ve jellere eklenmektedir. CHX, intraoral mikroorganizmalara karşı doğrudan etkisini gösterebildiği gibi, minenin yüzeyindeki kalsiyum hidroksiapatit kristallerine tutunup buralardan tekrar tekrar salınarak da uzun süreli etki gösterebilmektedir (Jenkins, Addy, Wade, 1988). CHX içerikli solüsyonların mikroorganizmalar üstündeki antimikrobiyal etkinliği yapılan bir çok araştırmada gösterilmiştir ve preperasyon sonrasında kavite içerisinde kalan rezidüel mikroorganizmaların azaltılmasında ciddi bir rol üstleneceği de bu araştırmalarda bildirilmiştir (Brannström ve Nyborg, 1973; Meiers ve Schachtele, 1984; Erten, Bala, Ayhan, Nalbant, Emekdaş, 1997; Gultz, Do, Boylan, Kaim, Scherer, 1999; Türkün ve diğerleri, 2004; Ersin, Uzel, Aykut, Candan, Eronat, 2006).

Tazegül ve diğerleri (2016), CHX içeren kavite dezenfeksiyon solüsyonlarının plak streptococcus mutans seviyelerinde azalmaya sebep olduğunu ve bu etkinin üç aylık kontrollerde de devam ettiğini bildirmişlerdir.

Restorasyona etkileri

CHX'in restoratif tedavi üzerindeki etkilerini değerlendiren araştırmalarda da belirtildiği gibi bu etkiler uygulanan diş tipine (daimi/süt), uygulanan diş dokusunun çeşidine (mine/dentin), kullanılan adeziv sistemin türüne (self-etch, total-etch) ve içeriğine, CHX'in formuna, konsantrasyonuna, uygulama süresine ve yaşlanma sürecine göre değişmektedir.

CHX'in kavite dezenfektanı olarak kullanımının, bağlanma dayanımına etkisinin; daimi diş dentininde, etch and rinse ve self etch adezivlerin beraber karşılaştırıldığı araştırmalarda, etch and rinse adeziv sistemlerde CHX'in bağlanma dayanımını değiştirmediyi ancak self etch sistemlerde bağlanma dayanımının azaldığını belirten araştırmalar bulunmaktadır (Çelik ve diğerleri, 2010; de Campos ve diğerleri, 2009; Sharma ve diğerleri, 2011). Ancak bunların yanında farklı araştırma sonuçları da rapor edilmiştir. Elkassas ve diğerleri (2014), daimi dişte CHX uygulamasının self etch adezivlerin bağlanmasını arttırdığını etch and rinse adezivlerin bağlanmasını düşürdüğünü rapor etmektedir. Aksine Günaydın ve diğerleri (2016), daimi dişlerde self etch ve etch and rinse adeziv sistemlerin ikisinin de bağlanma dayanımını düşürdüğünü belirtmiştir. Daha eski tarihli bir araştırma ise hem self etch adeziv sistemlerde hem de etch and rinse adeziv sistemlerde bağlanma dayanımında bir değişiklik olmadığını rapor etmiştir (de Castro ve diğerleri, 2003).

CHX'in kavite dezenfektanı olarak kullanımının, bağlanma dayanımına etkisinin; daimi diş dentininde, sadece etch and rinse adeziv sistemler üzerinde değerlendirildiği araştırmalarda etch and rinse adeziv sistemlerin bağlanma dayanımı üzerinde etkisinin olmadığını belirten çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Brackett ve diğerleri, 2015; Bocangel ve diğerleri, 2000; Carrilho ve diğerleri, 2007; Cha ve Shin, 2016; El-Housseiny ve diğerleri, 2000; Erhardt ve diğerleri, 2008; Kim ve diğerleri, 2017; Perdigao ve diğerleri, 1994; Say ve diğerleri, 2004; Soares ve diğerleri, 2008). Bunların yanında Gürkan ve diğerleri (1999) ve Öznurhan ve diğerleri (2015), etch and rinse adeziv sistemlerde CHX kavite dezenfektanı uygulamasının bağlanma dayanımını azalttığını bildirirken, Pappas ve diğerleri (2005), etch and rinse adezivlerde CHX'in bağlanma dayanımını arttırdığını rapor etmişlerdir.

CHX'in kavite dezenfektanı olarak kullanımının, bağlanma dayanımına etkisinin; daimi diş dentininde ve sadece self etch adeziv sistemler üzerinde değerlendirildiği araştırmalarda self etch adezivlerin bağlanma dayanımına hiçbir etki göstermediğini bildirilmektedir

(Chaharom ve diğerleri, 2011; Mobarak ve diğerleri, 2010; Mobarak, 2011; Sacramento ve diğerleri, 2012). Ancak sadece Reddy ve diğerleri (2013), daimi dişlerde CHX kullanımının self etch adezivlerin bağlanma dayanımını düşürdüğünü rapor etmiştir.

Daimi dişlerde kavite dezenfektanı olarak CHX kullanımının, etch and rinse adeziv sistemlerde mikrosızıntı üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği bazı araştırmalarda, CHX'in kenar sızıntısı etkilemediği tespit edilmiştir (Loguercio ve diğerleri, 2016; Mutluay ve diğerleri, 2019). Aynı şekilde bu durumun self etch adezivlerde de gerçekleştiğini ve mikrosızıntıda herhangi bir değişiklik meydana gelmediğini bildiren araştırmalar da mevcuttur (Güneş ve diğerleri, 2014; Türkün ve diğerleri, 2004b). Singla ve diğerleri (2011) ise self etch adezivlerde CHX kullanımının daimi dişlerde kenar sızıntısını arttırdığını bildirmiştir.

Süt dişlerindeki bağlanma dayanımı araştırmalarının (de Sousa Vieira ve da Silva, 2003; Ebrahimi ve diğerleri, 2018; Ersin ve diğerleri, 2009; Kapdan ve Öztaş, 2013; Ricci ve diğerleri, 2010) ve mikrosızıntı araştırmalarının ise oldukça sınırlı kaldığı görülmüştür (Bahrololoomi ve diğerleri, 2019; Kapdan ve Öztaş, 2013; Memarpour ve diğerleri, 2014; Prabhakar ve diğerleri, 2015; Tulunoğlu ve diğerleri, 1998). Bu araştırmalardan sadece birkaçında kompozit restorasyon kullanılmıştır (Bahrololoomi ve diğerleri, 2019; Memarpour ve diğerleri, 2014; Tulunoğlu ve diğerleri, 1998).

Meiers ve Shook (1996), %2'lik CHX kavite dezenfektanının kompozit restorasyonlar üzerindeki etkilerinin malzemeye özgü olduğunu bildirmişlerdir ve kullandıkları etch and rinse adeziv sistemlerde bağlanmanın kötü yönde etkilendiğini rapor etmişlerdir. %2'lik CHX solüsyonunun, etch and rinse adeziv sistemlerde, asit uygulamasından sonra uygulanmasının, daimi dişlerde bağlanma dayanımını 6 aya kadar arttırdığı rapor edilmiştir (Gunaydin, Yazici, Cehreli, 2016; Francisconi-dos-Rios ve diğerleri, 2015). Dahası, Manfro, Reis, Loguercio, Imparato ve Raggio (2012) ve Breschi ve diğerleri (2009), daimi dişlerde CHX uygulanan gruplardaki bu bağlanma dayanımının, 12 aylık yaşlandırmanın ardından işlem görmemiş gruptakilerden anlamlı derecede daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, bu araştırmalardaki anlık mikrogerilim bağlanma dayanımı, CHX uygulamasından sonra etkilenmemiştir. Aksine, Günaydin ve diğerleri (2016), CHX uygulanmamış örneklerin anlık mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerinin, uygulanmış dentin örneklerinden önemli ölçüde daha yüksek olduğunu rapor etmiştir.

Daimi diş dentinindeki matriks metalloproteinazların, hibrid tabaka içindeki korumasız kolajen fibrillerin degradasyonunda bir rol oynadığı gösterilmiştir (Almahdy ve diğerleri, 2012). CHX'in asitlenmiş dentinde bulunan matris metalloproteinazları (MMP'ler) inhibe etme kabiliyetiyle bağlanma kuvvetini arttığı ve bu nedenle, CHX gibi MMP inhibitörlerinin adezivin dentine bağlanma ömrünü uzatabileceği düşünülmektedir (Mazzoni ve diğerleri, 2015).

Yan etkiler ve istenmeyen durumlar

CHX'in etkisi pH 5.5- 7 arasında en fazlayken, 5.2' nin altında oldukça sınırlıdır (Uygun, 2007). Tükürük, kan, pü, serum gibi bazı protein maddeler CHX'in etkisini azaltmaktadır (Albay, 2005).

Dezavantajları arasında epitelyal hücreler ve makrofajlar için toksik olması, restorasyon ve dişleri boyaması sayılabilmektedir (Audus ve diğerleri, 1992; Heintze ve Twetman, 2002). Ancak araştırmacılardan bazıları, konsantrasyonun düşürülmesinin yan etkileri azaltabileceği görüşünü belirtmişlerdir (Kidd, 1991; Gultz ve diğerleri, 1999). Klorheksidin uzun süreli kullanımında, dişlerde kahverengimsi renklenmeye neden olduğu rapor edilmiştir. Gargaraların uzun süreli kullanımında da bu tip renklenmelere rastlanmaktadır (Chang ve Shin, 2010). CHX alerjisi nadir olmakla birlikte, CHX kontakt dermatite, deskuamatif diş eti iltihabına veya tat değişikliğine neden olabilir (Mohammadi ve Abbott, 2009). Yüksek konsantrasyondaki (%18) CHX'in toksik etkileri olduğu da bildirilmiştir. Bununla birlikte, %10'a varan konsantrasyonlar doku ile temas için uygundur (Lacerda-Santos ve diğerleri, 2016).

2.3.12. Borik asit

Tanım ve tarihçe

Yaklaşık 3 ppm'lik konsantrasyon değerine sahip olan bor elementi, yerkabuğunda 51. yaygın element olarak boratlar ve borosilikatlar halinde bulunmaktadır. Periyodik cetveldeki sembolü “B” dir ve ametal elementlerdendir. Atom numarası 5, atom ağırlığı 10,81 ve özgül ağırlığı 2,30-2,46 olan bor elementinin sert yapılı monoklinik kristal halinin rengi sarımsı kahverengidir, amorf bir toz halindeki rengi ise koyu kahverengidir ve çok gevrekli. Erime

noktası da yaklaşık 2300 santigrat derecedir. Periyodik cetveldeki karbon ve silisyum elementlerine oldukça benzerdir ve oksijene olan afinitesi oldukça fazladır. Doğada sırasıyla % 19,10-20,31 ve % 79,69-80,90 oranında, ^{10}B ve ^{11}B ile gösterilen iki adet dengeli izotopa sahiptir (Özkan ve diğerleri 1997).

Bor elementi, Thenard, Fransız kimyacı Gay Lussac ve İngiliz kimyacı Sir Humprey Davy tarafından 1808 yılında aynı zamanda elde edilmiştir ve bu bilimadamları saflığı %50'den fazla olmayan yanıcı ve koyu renkli özellik gösteren bor elementini üretebilmeyi başarmışlardır. Henry Moissan 1895 yılında magnezyum ve borik oksiti indirgeme işlemine tabi tutarak hemen hemen %86 saflıkta ve yüksek miktarda elemental bor elde edebilmiştir. Günümüzde ticari olarak düşük saflıkta bor elementi elde etmek için Moissan prosesi kullanılmaktadır. Weintrauss 1909 yılında, BCl_3 bileşiğini bir elektrik arkında ergiterek %99 saflık derecesinde bor elde etmeyi başaramıştır. Daha sonra da yüksek saflıkta bor elde edebilmek için yeni teknolojiler kullanılmaya devam etmiştir (Özkan ve diğerleri, 1997).

Boratlar genel olarak bor içeren doğal minerallere verilen genel bir isimdir ve binlerce yıldır kullanılmaktadır. "Baurach" kelimesi Arapçada boraks anlamına gelmektedir ve bu kelimeye 2000 yıl önceden kalma eski Arabistan ve İran elyazmalarında bile rastlanmaktadır. Tinkal, boraks dekahidrat bileşiğinin doğal halidir ve Sanskritçede boraks anlamına gelen tinkanadan türetilmiştir (Özkan ve diğerleri, 1997).

Boratların ergitici olarak kullanımına, milat'tan önce 300 yıllarından kalan Çin seramiklerinde ve Babil uygarlığı zamanından önce altın dökümünde dahi rastlanmaktadır. 13. yüzyılın sonlarında Tibetten Avrupa'ya boraks Marco Polo tarafından getirilmiş olup o tarihlerde lehimleme ve sırlama malzemesi olarak kullanıma sunulmuştur. 13. yüzyıldan beri Türkiye'deki borat varlığı biliniyor olmasına rağmen bu zamana kadar kullanım miktarı çok yükselmemiştir. Doğal bir borik asit olan sasolit minerali, İtalya Tuscany bölgesinde 1772 yılında sıcak su kaynaklarında keşfedilmiştir. Arjantin ve Şilideki boratlar 1836 yılında bulunmuştur ve 19. yüzyılın sonuna kadar dünyada bor eldesinin en yüksek olduğu kaynaklar haline gelmişlerdir. Amerika'nın Nevada ve Kaliforniya eyaletlerindeki borat madenleri ise 1864 yılında keşfedilmiştir (Çebi ve Yersel, 1994; Konuk ve Yersel, 1993).

Doğada, 230 farklı bor minerali vardır ve serbest olarak bulunmamaktadırlar. Farklı elementlerin oksitleriyle beraber H_3BO_3 halinde bulunur. Bor elementi oksijen ile bağ

yapmaya yatkın bir element olduğu için çok sayıda bor-oksijen bileşiği bulunmaktadır. Metal-bor-oksijen bileşiklerine borat denilmektedir. Bor mineralleri genel olarak, magnezyum, kalsiyum, sodyum gibi metallerle birleşik halde bulunurlar. Tinkal, uleksit, kolemanit gibi sodyum ve kalsiyum boratlar en önemli bileşiklerdir (Yılmaz ve diğerleri, 2008). Bor minerallerinin ve Bor türevlerinin bazı önemli özellikleri bunların yerlerinin doldurulmasını imkansız hale getirmektedir (Göncü, 1982).

Kokusuz, beyaz renkte, granüler ve toz halinde bulunabilen boratlar suda hızlıca eriyebilmektedirler. Bor oksit bileşikleri sık rastlanan bileşiklerdendir. Okyanuslardan ve denizlerden buharlaşarak havaya karışan borik asit, yağmur ve kar ile toprağa inmekte ve doğal sular aracılığıyla da insanlar tarafından tüketilmektedir. Bor minerallerinin 200-300 sanayi sektörünün binlerle ifade edilen ürün çeşitlenmesine girmekte olduğu belirtilmektedir ve Türkiye'nin sahip olduğu bor yatakları ve cevherlerinin kalitesiyle dünyanın önde gelen ülkelerinden olduğu ve dünya bor cevheri rezervlerinin %72'sine sahip olduğu rapor edilmektedir (Demirtaş, 2010).

USEPA ve WHO, içme sularındaki bor ve bor bileşiklerinin sınır değerini 0,3 mg/L olarak belirtse de bor ve boratların toksik olmadığı ve özellikle borik asit ve sodyum boratların antiseptik özellikler sergilediği bildirilmektedir (Helvacı, 2005).

Borun kullanım alanları

Dünya bor rezervlerinin %72 sahip olmamız ve bol bileşiklerinin kullanım alanlarının çok çeşitli olması ülkemizin stratejik önemini artırmaktadır. Seramik, cam, beyazlatma, temizlik, metalurji, kozmetik, nükleer, bilgisayar ve uçak sanayi, tarım, enerji sektörü ve sağlık alanı bor mineralinin kullanım alanlarına girmektedir. Sağlık alanındaki kullanımına bakıldığında, bor bileşiklerinin; bor-nötron yakalama tedavisi ile beyin tümörlerinin iyileştirilmesinde, yara iyileşmesinin hızlandırılmasında, osteoporozde, romatoid artrit tedavilerinde, antiseptik olarak lens solüsyonlarında, merhemlerde, gargaralarda ve göz damlalarında kullanıldığı bilinmektedir. Multiple myelom tedavisinde kullanılan "bortezomib" isimli ilaç Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından onaylı bir ilaçtır (Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü, 2016). Tarımda da bor elementinin önemi oldukça büyüktür ve bitkilerin bor eksikliğini gidermek amacıyla bor ihtiva eden gübreler kullanılmaktadır. Bununla beraber istenmeyen

böcekler ve otlarla mücadelede ve bor içeren ilaçların yaygın kullanımı görülmektedir (Demirtaş, 2006).

İnsanlar için borik asidin en düşük letal dozu; oral yoldan alındığında 640 mg/kg, deriden emilim yoluyla alındığında 8600 mg/kg, enjeksiyonla alındığında ise 29 mg/kg'dır. İnsanlar bir günde toplam 500 mg bordan daha fazla bor aldığında, baş ağrısı, mide bulantısı, kusma, halsizlik, ishal, karın ağrısı, şok, kas kasılması, sindirim ve merkezi sinir sistemi düzensizlikleri, salgı bezlerinin bozulması gibi toksisite belirtileri görülebilmektedir (Doğan, Sabah, Erkal, 2015). İçme sularından ve gıdalardan alınan borun bu belirtilen dozlarda olmasının zaten mümkün olamayacağı belirtilmektedir (Tosun, 2010).

Bor ve insan sağlığı üzerine etkisi

Osteoporoz, diyabet, kalp rahatsızlıkları, felç ve yaşlılığı da etkilediği bilinen bor minerali enzim reaksiyonlarında, hücre zarı fonksiyonunda, mineral metabolizması ve hormon metabolizmasında önemli roller üstlenen bir eser elementtir (Nielsen ve Stoecker, 2009). Kemik ve kalsiyum metabolizmasında da önemli etkileri bulunan bor mineralinin, eksikliği veya toksisitesi ile ilgili yapılan araştırmalarda, magnezyum ve kolekalsiferol eksikliğinde belirtilerin daha şiddetli olduğu rapor edilmiştir (Benderdour, Bui-Van, Dicko, Belleville, 1998). Bor mineralinin prostat kanserine karşı koruyucu özelliği bulunduğunu rapor eden çalışmalar da bulunmaktadır (Cui, Winton, Zhang, Rainey, Marshall, De Kernion, 2004).

Diyetle bor alımı, plazma lipitlerinin azalmasında rol oynamakla beraber koroner kalp hastalıkları, osteoporoz, artrit gibi önemli metabolik süreçlerdeki etkisi de araştırmalarla desteklenmektedir. Bazı steroid hormonların üretimini baskılayabilen bor mineralinin kronik hastalıkları önleyici bir etkisi de bulunmaktadır. İnsan diyetinde alınan bor miktarı arttırıldığında, testosteron, östrojen ve plazma iyonize kalsiyum seviyelerinin arttığı ve kalsiyum atılımının azaldığı dolayısıyla da vitamin D ve magnezyum eksikliğinin yarattığı olumsuz etkilerin de azaldığı bildirilmektedir (Hall, Spielvogal, Griffin, Docks, 1989). Bor mineralinin, insanların bilişsel performansı ve beyin aktiviteleri üzerinde de etkisi olduğu rapor edilmektedir (Penland, 1994).

Bor mineralinin, artriti önleyebileceği veya iyileştirebileceğine dair çalışmalar 1981 yılından bu yana süregelmektedir. Hayvan deneylerinde, aktif hastalığın oluşması için enjekte edilen

materyelin oluşturduğu inflamatuvar yanıtları, bor mineralinin engellediği rapor edilmiştir (Hunt, 2012). Bor mineralinin artritik koşullar üzerindeki etkisini inceleyen bir araştırma, sebze ve meyvelerde doğal olarak oluşan bir bor kompleksi olan kalsiyum fruktoborat formunun günlük 6 mg takviye edilmesinin hafif veya orta seviyede osteoartriti olan hastaların %80'inin, ağrı kesici kullanımını azaltmış veya tamamen ortadan kaldırmış olduğu görülmüştür. Ayrıca eklem sertliği de önemli ölçüde ortadan kalkmıştır (Miljkovic, Scorei, Cimpoiu, Scorei, 2009).

Hayvan ve hücre kültürü araştırmaları, borun artritik koşullarda olduğu gibi inflamatuvar stresi de baskılayabildiğini göstermektedirler. Artrit oluşturmak amacıyla intradermal olarak enjekte edilen mukobakteriyum bütirikum'un sıçanlarda şiddetli pençe şişmesi yarattığı bilinmektedir. Diyetinde 0,1 mg/kg bor minerali bulunan sıçanlarda, diyetinde 2,1 mg/kg bor bulunan sıçanlara göre bu bakterinin oluşturduğu artritik pençe şişmesi belirtisi daha sık görülmüştür (Hunt, 2002).

Bor minerali hücre mebranını stabilize edip mebrandaki transport mekanizmalarını düzenlemektedir. Antineoplastik, antiinflamatuvar ve hipolipidemik etkilere sahiptir. Ayrıca kemik büyümesini stimüle etmektedir (Hunt, 2012). Bor, 1,25(OH)D₃ üretimini aktive etmekte ve böylelikle kemik mineralizasyonunu arttırmaktadır (Hakkı, Dünder, Kayış, Hakkı, Hamurcu, Kerimoğlu, 2013). Yeterli seviyede bor alındığında, kemik mikro yapısını ve kortikal kemik direncini yükselttiği bildirilmektedir (Nielsen, Stoecker, 2009). Bor eksikliği sebebiyle oluşan kemik yapısı değişiklikleri, kemiğin kuvvetini azaltmakta ve osteoporoz riskini arttırmaktadır. Domuz ve sıçan femurları üzerinde yürütülen bir çalışmada, femura uygulanan 3 noktalı bükülme testinin bor eksikliği durumunda düşük kemik gücü sergilediği rapor edilmiştir (Armstrong, Spears, Crenshaw, Nielsen, 2000; Nielsen, 2008). Toker ve diğerleri, deneysel olarak periodontitis oluşturulmuş osteopörotik sıçanlarda, sistemik borik asit uygulamasının, osteoporozla ilgili kemik değişimlerini ve alveoler kemik kaybı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda borik asitin kemik yoğunluğunda anlamlı bir fark oluşturulmadığı ve kemik kaybını azalttığı rapor edilmiştir.

Bor ve Beyin Gelişimi: Bor; kemik gelişimi, inflamatuvar yanıt ve merkezi sinir sistemi işlevlerinde hayati bir rol oynamaktadır. Bazı hayvanların yaşam döngülerini tamamlayabilmek için bora ihtiyacı olduğu bilinmektedir ve yetersiz bor alımının beyin

fonksiyonlarında ve aktivitelerinde azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (Devirian, Volpe, 2003; Nielsen, 2009). Bor mineraliyle ilgili son zamanlarda yapılan çok araştırma bulunmasa da nispeten yakın tarihli bir araştırma, bor mineralinin bağışıklık sistemini iyi yönde etkilediğini bildirmektedir (Hakki ve diğerleri, 2013). Diyetle yeterli miktarda bor alınmasının, erkeklerdeki kısa süreli hafızayı ve dikkati geliştirdiği, zihinsel uyanıklığı ve psikomotor yetenekleri de arttırdığı bildirilmiştir. (Penland, 1998).

Bor ve Kanser: Bor mineralinin kanser türleri için riskleri azalttığı uzun zamanlardan beri bilinmektedir . Cui ve diğerleri ilk olarak 2004 yılında, bor alımı ve prostat kanseri arasındaki ters ilişkiyi tespit eden bir dizi epidemiyolojik araştırma yürütmüşlerdir. Ardından borların bazı göğüs ve prostat kanseri hücrelerinin ve farelerde insan prostat adenokarsinom tümörlerinin büyümesini engellediğini gösteren birkaç araştırma bulunmaktadır (Barranco, Eckhert, 2004; Carper, Elegbede, Hall, Shen, Meacham, 2007; Gallardo-Williams ve diğerleri, 2004). Deneysel araştırmalar, borun prostat kanserine karşı koruyucu özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Cui ve diğerleri, 2004). Kısmi olarak prostat spesifik antijenlerinin (PSA) proteolitik etkileri, düşük konsantrasyonlardaki borik asitle baskılanabilmektedir. Bu sebeple PSA aktivitelerinin düzenlenebilmesi için bor bileşikleri kullanılmaktadır. Bu avantajları ile bor bileşikleri prostat kanserinin gelişimini ve büyümesini önlemek amacıyla kullanılabilir (Gallardo-Williams, Maronpot, Wine, Brunssen, Chapin, 2003b). Prostat kanserindeki hücrelerin çoğalmasını engellemek için 60-100 mikrometrelik borik asit konsantrasyonunun kullanılması gerekliliği bildirilmiştir (Barranco ve Eckhert, 2004).

Bor ve Hormonal Fonksiyon: Birçok araştırma bor alımının D vitamini, östrojen, tiroid hormonu, insülin ve progesteron da dahil olmak üzere hormonları etkilediğini ortaya koymaktadır. Bakken ve Hunt (2003)'ın civcivler üzerinde yürüttüğü bir çalışmada, bor eksikliğinin, kemik iliğindeki filizlerin bozulmasını ve osteoklastik aktiviteyi arttırdığı, D vitamini ile indüklenmesi gereken kıkırdak kalsifikasyonunun daha geç başladığı bildirilmiştir. Kenney ve McCoy (2000), magnezyum seviyesi düşük tiroid hastalarında veya hiper tiroidi bulunan hastalarda görülen kalp hızı artışını ve kas kramplarını bor mineralinin önleyebileceğini rapor etmişlerdir. Postmenopozal dönemdeki kadınlarda yapılan bir araştırmada, daha fazla bor alımının daha yüksek plazma testosteron, östrojen ve daha az kalsiyum atılımına sebep olduğu rapor edilmiştir (Gallardo-Williams ve diğerleri, 2003a).

Diş hekimliğinde borik asit

Bor; toprak, kaya, yüzeysel su, deniz suyu, yeraltı suyu, bitki ve hayvanlarda doğal olarak bulunan ve yeryüzünde yüzden fazla minerali bulunan bir elementtir (Başkan ve Atalay, 2014). Maya, bakteri ve mantarlara karşı oldukça geniş bir skalada antibiyotik özelliklere sahiptir (Qin, Zong, Chen, Hua, Tian, 2010). Bor'un kemik ve diş gelişimine olan katkısı en önemli ve iyi bilinen etkisidir. Sıçanlar üzerinde yapılan bir araştırma, bor eksikliğinin diş çekimi sonrası alveolar kemik iyileşmesini geciktirdiğini bildirmiştir (Gorustovich, Steimetz, Nielsen, Guglielmotti, 2008). Benzer şekilde, diyetteki bor mineralinin azalmasının, özellikle trabeküler alveolar kemiğin hem bukkal hem de lingual tarafındaki kemik oluşumunu ve osteoblastik aktiviteyi azalttığı gösterilmiştir (Gorustovich ve diğerleri, 2008; Demirci ve diğerleri, 2015; Sağlam, Köseoğlu, Enhoş, 2013). Bor eksikliğinin, aslında kemikteki fosfor ve kalsiyum yoğunluğunu anlamlı şekilde etkilemediği; osteoblast ve osteoklastların aktivitesini, bakır, magnezyum, çinko ve potasyum gibi minerallerin yoğunluğunu etkilediği yapılan araştırmalarla bildirilmiştir (Sağlam, Köseoğlu, Enhoş, 2013; Nielsen, 2004). Ayrıca ortamda bulunan borun enfeksiyon veya travmaya karşı yanıtı pozitif etkilediği bildirilmiştir (Sağlam, Köseoğlu, Enhoş, 2013).

Borik asitin antiseptik etkinliği tıp biliminde uzun zamandır bilinmektedir ancak diş hekimliğindeki kullanım alanı yeterince genişleyememiştir. 80ml su içerisinde kaynamakta olan 30 gr boraxa, 6ml sülfirik asit ve 30ml su karışımı ilave edildikten sonra solüsyon süzülür ve kristalleşmeye bırakılır. Borik asit kristalleri süzildükten sonra distile su altında fazla sülfattan arındırılır ve istenilen oranda distile suda seyreltilir. %0,75-%3 konsantrasyon aralığındaki borik asitin, staphylococcus aureus, staphylococcus haemolyticus ve escherichia coli bakterilerine karşı zayıf bakteriostatik etki gösterdiği, %0,2-%4 konsantrasyon aralığındaki borik asitin açık yaralarda yaygın olarak bulunan mikrobiyal kontaminant ve patojenlere karşı bakteriyostatik etki gösterdiği ve %0,4-%5'lik konsantrasyonlarda kullanılan borik asitin etkin antifungal aktivite sergileyebildiği, Candida albicans'ın klinik izolatlarını inhibe ettiği ve %50-90'ının öldürdüğü bildirilmiştir (Houlsby, Ghajar, Chavez, 1986). Borik asitin dezenfektan etkinliğinin incelendiği yakın tarihli bir araştırma, borik asitin %1, %2, %4, %6'lık konsantrasyonlarının pseudomonas aeruginosa, staphylococcus aureus, enterococcus faecalis, streptococcus mutans izolatları ve kan kültürü örneklerinden izole edilen 20 farklı mikroorganizma üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Borik asitin %1'lik konsantrasyonda etkinlik göstermediği; %2'lik borik asit solüsyonunun

5 dakikalık temasta bakterilerin çoğuna, 10 dakikalık temasta ise tümüne etki ettiği; %4'lük borik asitin 5 dakikalık temasta bakterilerin tamamına, %6'lık borik asitin ise 1 dakikalık temasta bakterilerin tamamına etki gösterdiği rapor edilmiştir (Zer, Karabacak, Büyüktaş Manay, 2022). Streptococcus mutans, staphylococcus aureus, enterococcus faecalis, pseudomonas aeruginosa, enterococcus faecium, klebsiella pneumonia, escherichia coli benzeri gram (+) ve gram (-) bakteri suşlarına karşı ise %12'lik borik asit solüsyonunun antibakteriyel etkinlik gösterdiği rapor edilmektedir (Arslan, Bozkurt, Hakkı, Fındık, Hakkı, 2010). Literatürde borik asitin kavite dezenfektanı olarak kullanıldığı araştırma sayısının oldukça sınırlı olduğu ve sadece daimi dişler üzerinde yürütüldüğü görülmektedir (Aktürk ve diğerleri, 2019; Ercan ve diğerleri, 2015; Cangül ve diğerleri, 2019; Sonkaya ve Kurklu, 2021; Ulgey ve Gorler, 2021; Tachibana ve diğerleri, 2014).

2.4. Adezivlerin Diş Dokularına Bağlanma Kalitelerini Değerlendirmek İçin Kullanılan Test Yöntemleri

Adeziv rezinlerin in vivo bağlanma dayanımı araştırmaları, dental materyal ve tekniklerin standart olarak değerlendirilebilmesinin zor olması, uzun dönemli ve zaman alan klinik takiplerin varlığı gibi dezavantajları sebebiyle araştırmacılar tarafından tercih edilmemektedir. Gerilim, makaslama, mikro-gerilim ve mikromakaslama testleri gibi in vitro testler standart ve hızlı uygulanabilmeleri sebebiyle sıklıkla kullanılan testlerdir (Barkmeier ve diğerleri, 1999; Scherrer ve diğerleri, 2010; Sano ve diğerleri, 1994; Sönmez ve Oba, 2008; Ozyesil ve diğerleri, 2009).

2.4.1. Mikromakaslama bağlantı testi

Mikromakaslama bağlanma dayanımı testi ilk olarak 2002 yılında geliştirilmiştir (McDonough ve diğerleri, 2002; Shimada ve diğerleri, 2002). Makaslama testlerinde dişlerin koronal 2/3'lük kısmı kaldırıldıktan veya dişler dilimler halinde bölündükten sonra ortaya çıkan düz dentin yüzeyleri üzerine adeziv uygulamasının ardından restoratif materyal uygulaması yapılmaktadır. Bir makaslama test makinesi yardımıyla restoratif materyale uygulanan kuvvet, adeziv-dentin arayüzüne iletilmektedir. Test sonucunda makaslama kuvveti değeri kaydedilebilmektedir. Bulunan kuvvetin yüzey alanına bölünmesiyle MPa değerleri elde edilip analiz edilmektedir (Perdigao ve Swift, 2011). Makaslama bağlanma dayanımı testlerinde 1mm² yüzey alanından daha büyük alanlarda adezyon sağlanan test örnekleri değerlendirilirken, mikromakaslama bağlanma dayanımı testlerindeki örneklerin

adezyon yüzeyi alanı 1 mm^2 'den daha küçüktür. Tel halka metoduyla veya keski yardımıyla örneklerin uzun aksına dik olarak kuvvet uygulanabilmektedir ancak keski yöntemiyle daha güvenilir sonuçlar alındığı bildirilmektedir (İsmaili ve diğerleri, 2021). Genel olarak bu testlerin avantajları;

- 1- Tek bir diş için ortalama bir değer hesaplanabilmektedir,
- 2- Uygulama yapılacak olan yüzey düzensiz olsa dahi testin yapılabilmesi mümkün olmaktadır,
- 3- Daha küçük yüzeylerde test yapılabilmesini sağlar,
- 4- Stereomikroskop altında daha sonradan rahatlıkla izlenebilmektedir,
- 5- İstenilen parametre ve özelliklerle ilgili veri elde etmek hızlıdır,
- 6- İstenilen belirli bir değişkenin incelenmesine olanak sağlar,
- 7- Arayüz bağlantı değerleri daha yüksek seviyelerde ölçülebilmektedir,
- 8- Daha basit ve pahalı olmayan protokol ve aletlerle çalışılabilmeyi olanaklı kılar (Munck ve diğerleri, 2005).
- 9- Aynı diş yüzeyi üzerinde birden fazla örneğin incelenebilmesini sağlar. Dolayısıyla preparat farklılıklarındaki değişimi mümkün olduğunca düşürür.
- 10- Mikromakaslama testleri, makaslama testlerine göre daha yüksek oranda adeziv ve karışık kopma, daha düşük oranda koheziv kopma meydana getirmektedir (İsmaili ve diğerleri, 2021; Armstrong ve diğerleri, 2010; Ezoji ve diğerleri, 2016).

Bu testin dezavantajları ise;

1. Preparasyonun 3 boyutlu geometrisi,
2. Üç boyutlu parametresi nedeniyle polimerizasyon büzülme vektörlerindeki varyasyonları hesaba katamamasıdır,
3. Test örneklerini hazırlamak oldukça zordur. Teknik hassasiyet fazladır,
4. Hazırlanan örneklerin kolaylıkla zarar görebilmesi,
5. Testin uygulanmasıyla ilgili standardın bulunmaması (İsmaili ve diğerleri, 2021; Armstrong ve diğerleri, 2010; Ezoji ve diğerleri, 2016; Perdigao ve Swift 2011).

Yeni tekniklerin ve materyallerin in vivo olarak uygulanmalarından önce denenmesi amacıyla uygulanan bu laboratuvar testleri uygulanırken dikkat edilmesi gereken çok sayıda faktör bulunmaktadır. Aynı sonuçlar tekrar edilebilir olmalı ve aynı şartlar altında aynı

materyal aynı sonucu verebilmedilir. Uygulanan testlerin sonuçlarını değiştirebilecek istenmeyen değişkenler mümkün olduğunca elimine edilmelidir. Deneylerde kullanılan cihazların kalibrasyonları ve bakımları zamanında ve tam olarak yapılmalı, kullanılan aletler uygulanacak deney yöntemiyle uyumlu olmalıdır (Tekçe, 2013).

Mikromakaslama testi sırasında meydana gelen kopma yüzeylerindeki başarısızlık tiplerinin değerlendirilmesi

Bağlanma dayanımı testlerinin yapıldığı örneklerde adezyonu sağlayan adezivın kütsel direnci ortaya çıkacak olan kopma tipini etkilemektedir. Adeziv kopma, koheziv kopma ve karışık kopma olarak isimlendirilen kopma tipleri kopmanın gerçekleştiği bölgeye göre belirlenmektedir. Adeziv kopmalar; dentin-adeziv ve adeziv-kompozit rezin şeklinde görülen kopmalardır. Koheziv kopmalar dentinin veya rezinin kendi içinde gözlenen kopmalardır. Karışık kopmalar ise hem adeziv hem koheziv kopmanın aynı anda görüldüğü kopmalardır (Price ve Hall, 1999; Ateyah ve Akpata, 2000). Adeziv kopma tipi genellikle zayıf adeziv sistemlerde gözlenmektedir. Adeziv sistemin, dentinle veya kompozit rezinle bağlantısı bozulur. Dentinde görülen koheziv kopma, çok daha güçlü adeziv sistemlerde gözlenmektedir. Dentin ve adeziv arasında oluşan bağlanmanın dentinin koheziv kuvvetinden çok daha yüksek olduğunu göstermektedir (Triolo ve Swift, 1992; Al-Salehi ve Burke, 1997).

2.4.2. Mikrosızıntı testi

Ağızıçi sıvıların ve mikroorganizmaların dişin kavite duvarları ve restorasyon kenarları arasından geçmesi mikrosızıntı olarak tanımlanmaktadır (Perdigao ve Swift 2011). Kullanılan restoratif materyal polimerize edilirken büzülme gösterdiği için restorasyon ve kavite duvarları arasında gerilim ve stresler oluşmaktadır (Arisu ve diğerleri, 2009). Oluşan bu stresler başlangıçta tolere edilebilir ancak zamanla oluşan mekanik, kimyasal ve termal gerilimlerden dolayı mikro aralıklar oluşabilmektedir (Totu, 2006). Ayrıca diş dokularıyla dental restoratif materyal arasında termal genleşme katsayısı uyumsuzluğu bulunduğundan mikrosızıntı kaçınılmaz olarak gözlenmektedir ve kullanılan materyalden materyale bu oluşan mikro aralığın büyüklüğü farklılık göstermektedir (Mitra ve diğerleri, 2003).

Boya sızıntı yöntemi, otoradyografi, nötron aktivasyon analizi, tarama elektron mikroskopuyla analiz, kimyasal işaretleyiciler yıllar boyunca mikrosızıntı tespitinde kullanılmıştır. Düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir olması sebebiyle uzun zamanlardan beri organik boyalar tercih edilmektedir (Karadağ, 2005). Boya sızıntı testi uygulanması planlanan araştırmalarda %0,5-%2'lik bazik fuksin, %2'lik anilin mavisi, %0,05'lik kristal violet, %5'lik toluidin mavisi , %50'lik gümüş nitrat benzeri çeşitli boyalar farklı konsantrasyonlarda kullanılabilmektedir (Piva ve diğerleri, 2002; Williams ve diğerleri, 2002; Loguercio ve diğerleri, 2004).

Avantajları;

1. Görünür ışık altında tespitinin kolay olması
2. Sonuçlara hızlı ve güvenilir bir biçimde ulaşılabilmesi,
3. Hidroksiapatit kristalleri veya dentin dokusuyla reaksiyona girmemesi,
4. Suda çözünür olması.

Boya sızıntı araştırmalarında, test örneklerinin boya içerisinde bekleme süresi 1 gün-6 ay arasında değişebilmektedir. Buna rağmen ortalama 1 hafta boya içerisinde bekletme önerilmektedir (Karadağ, 2005).

Mevcut tez araştırmasında; %2'lik klorheksidin glukonatın, %3'lük ve %5'lik borik asit solüsyonlarının, süt dişi dentininde iki aşamalı self etch adeziv sistemler kullanıldığında, mikromakaslama bağlanma dayanımına ve kenar sızıntısına etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırmada, süt dişlerine uygulanan kompozit rezin restorasyonlarda, kavite dezenfektanı olarak kullanılan %2'lik CHX ve borik asitin %3'lük ve %5'lik solüsyonlarının, mikrosızıntı ve mikromakaslama bağlanma dayanımı üzerine etkileri incelendi.

Araştırma Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Kliniği'nde yürütüldü. Mikrosızıntı örneklerinin hazırlanması ve boya sızıntı testleri Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Hekimliği Anabilim Dalı laboratuvarında yapıldı. Örnekler Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı'nda ışık mikroskopunda incelendi. Makaslama bağlanma dayanımı ölçümleri Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Merkez Laboratuvarında yapıldı. Araştırmada kullanılacak olan borik asit solüsyonları Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Biyokimya Laboratuvarında hazırlandı. %3'lük-%5'lik borik asit, toplam 100 ml'sinde 3-5 gram borik asit içerecek şekilde hazırlandı. Tartılan borik asit suyun %94'ü ile beraber ağzı pamuklu tülbent ile kapatılmış erlen içinde 10 dakika kaynatıldı, soğutuldu ve tartıldı. Eksilen su miktarı, kaynatılıp soğutulmuş su ile gerekli hacme tamamlandı ve pilili süzgeç kağıdından süzülerek şişelendi (Tırnaksız ve diğerleri, 2015, sayfa 90). Araştırmamızda kullanılan bazı materyallerin içeriği, kullanım talimatı ve üretici firma bilgileri Çizelge 3.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Kullanılan materyallerin içerik, kullanım talimatı ve üretici firma bilgileri

ÜRÜN	İÇERİK	KULLANIM TALİMATI	ÜRETİCİ FİRMA
Cavity Cleanser	*%2 klorheksidin diglukonat aköz solüsyon, distile su	*Kaviteye 60 sn boyunca uygulanır. *Fazla nem emici kağıt yardımıyla uzaklaştırılır. *Tamamen kurulumaya yapılmaz.	BISCO, USA
Borik asit %3-%5	*%3-%5'lik borik asit solüsyonu, distile su	*Kaviteye 60 sn boyunca uygulanır. *Fazla nem emici kağıt yardımıyla uzaklaştırılır. *Tamamen kurulumaya yapılmaz.	El yapımı
Clearfil SE Bond	PRIMER: *10-Metakriloiloksidesil dihidrojen fosfat (MDP) *2-Hidroksietil metakrilat(HEMA) *Hidrofilik alifatik dimetakrilat *dl-kamforkinon *N,N-dietanol-p-tolidin *Su BOND: *10-Metakriloiloksidesil dihidrojen fosfat (MDP), Bisfenol A diglisidil metakrilat (Bis-GMA), 2-hidroksietil metakrilat (HEMA), Hidrofobik alifatik dimetakrilat, dl-kamforkinon, *N,N-dietanol-p-tolidin *Kolloidal silika	*Primer uygulanır. *20 sn beklenir. Yağ içermeyen hava spreyi ile fazla solventin buharlaşması sağlanır. *Bond uygulanır. *hafif hava ile yayılması sağlanır. *10 sn boyunca ışınlanır	KURARAY, JAPONYA
Filtek Z250–Universal Composite	* BIS-GMA, UDMA, and BIS-EMA rezinleri *%60 inorganik doldurucu: zirkonyum, silika	*Uygulama sonrası 20 sn boyunca ışınlanır.	3M Espe, US

3.1. Etik Kurul Onayı

Araştırma için gerekli olan etik kurul onayı, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan 11.07.2019/E.23592 tarih ve sayısıyla alındı (Bkz. Ek 1).

3.2. Araştırmada Kullanılan Dişlerin Seçimi ve Saklanması

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı'na başvuran hastalardan, mikrosızıntı ve mikromakaslama testi için restorasyonu, çatlağı, çürüğü veya herhangi bir defekti bulunmayan, eksfoliye olmuş veya fizyolojik rezorpsiyon sebebiyle çekilmiş, 9-12 yaşları arasındaki çocuklardan toplanmış süt ikinci molar dişler araştırmaya dahil edildi. Restorasyonu, çatlağı, çürüğü veya defektleri bulunan dişler araştırma dışı bırakıldı.

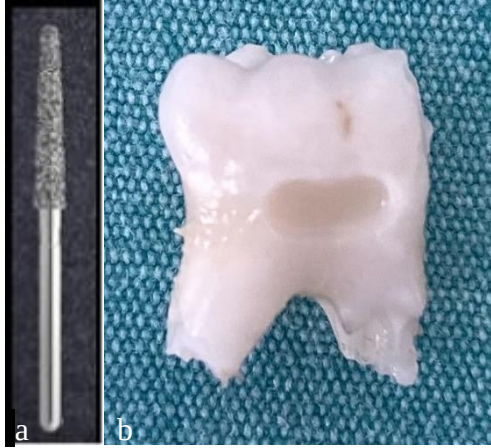
Çekim işleminin hemen ardından, dişlerin üzerindeki plak, debris ve yumuşak doku artıkları akan su altında fırça ve kretuar yardımıyla uzaklaştırıldı. Pomza ve periodontal lastiklerle temizlenip çatlak dişlerin varlığı açısından stereomikroskop altında incelendi. Dişler dezenfeksiyon sağlamak amacıyla %0,5'lik kloramin-T trihidrat solüsyonu içerisinde 1 hafta bekletildikten sonra, -20 °C'de distile su içerisinde dondurulup saklanarak 6 ay içerisinde kullanıldı (Karabulut, Oz, Karabulut, Batmaz, İlk, 2009; Titley, Chernecky, Rossouw, Kulkarni, 1998).

3.3. Mikrosızıntı Testi Örneklerinin Hazırlanması

Herhangi iki grup arasında mikrosızıntı skorları açısından en az 0,9'luk bir farkın, %85 güç ve %5 yanılma düzeyinde istatistiksel olarak önemliliğinin incelenebilmesi için, istatistikçilerin önerileri doğrultusunda grupların her birine mikrosızıntı açısından en az 15 örneğin alınması öngörülmüştür. %20'lik bir olası veri kaybı göz önünde bulundurulduğunda grupların her birinde mikrosızıntı açısından 18 örneğin (n=18) yer alması uygun bulunmuştur.

Mikrosızıntı testi için oda sıcaklığında çözünmesi beklenen 72 adet süt azı dişin bukkaline 2 mm kalınlığında, 3 mm genişliğinde ve 2 mm derinliğinde, FG-101 numaralı elmas frez (Intensive, SeDenta, İstanbul)(Resim 3.1a) ile su soğutması altında gingival sınırı, mine-

sement birleşiminden 0,5 mm uzakta olacak şekilde standart servikal sınıf V kaviteler açıldı (Resim 3.1b). Dişler kontrol, CHX (*Cavity Cleaner, Bisco, U.S.A.*), %3'lük borik asit ve %5'lik borik asit olmak üzere rastgele 4 gruba ayrıldı.



Resim 3.1. Sınıf V kavite hazırlanması a) Elmas Frez, b) Sınıf V kavite

Kontrol grubu (K): Dişler yağ içermeyen hava spreyi yardımıyla fazla neminden arındırıldı. Dişlerin kavitelerine 60 sn boyunca bir aplikatör yardımıyla distile su uygulandı ve emici kağıtlar yardımıyla fazla neminden arındırıldı. Hiçbir kavite dezenfektanı uygulaması yapılmadı.

Klorheksidin grubu (CHX): Dişler yağ içermeyen hava spreyi yardımıyla fazla neminden arındırıldı. Dişlerin kavitelerine 60 sn boyunca bir aplikatör yardımıyla %2'lik CHX (*Cavity Cleaner, Bisco, U.S.A.*) (Resim 3.2a) uygulandı ve emici kağıtlar yardımıyla tekrar fazla nem uzaklaştırıldı.

%3'lük Borik Asit grubu (B3): Dişler yağ içermeyen hava spreyi yardımıyla fazla neminden arındırıldı. Dişlerin kavitelerine 60 sn boyunca bir aplikatör ile %3'lük borik asit (Resim 3.2b) uygulandı ve emici kağıtlar yardımıyla tekrar fazla nem uzaklaştırıldı.

%5'lik Borik Asit Grubu (B5): Dişler yağ içermeyen hava spreyi yardımıyla fazla neminden arındırıldı. Dişlerin kavitelerine 60 sn boyunca bir aplikatör ile %5'lük borik asit (Resim: 3.2c) uygulandı ve emici kağıtlar yardımıyla tekrar fazla nem uzaklaştırıldı.



Resim 3.2. Kavite dezenfektanları, a) %2'lik klorheksidin (Cavity Cleaner, Bisco), b) %3'lük borik asit, c) %5'lik borik asit

İki aşamalı, self-etch adeziv sistem, Clearfil SE Bond (Kuraray, Japonya) (Resim 3.3a) kullanım talimatına göre dişe tatbik edildi. Önce primer, bir aplikatör yardımıyla kaviteye uygulandı ve 20 sn boyunca kaviteye yayılması beklendikten sonra yağ içermeyen bir hava spreyiyle fazla solventin buharlaşması sağlandı. Ardından bond, kaviteye bir aplikatör yardımıyla uygulandı ve hava spreyi yardımıyla homojen bir şekilde kaviteye yayılması sağlandı ve 10 saniye boyunca 500 mW/cm^2 gücündeki LED ışık kaynağı (Woodpecker, Guilin, Çin) ile polimerize edildi. Daha sonra kompozit restoratif materyal Filtek Z250–Universal Composite (3M Espe, US) (Resim 3.3b), kaviteye bir ağız spatülü yardımıyla katmanlar halinde yerleştirildi. Her katman LED ışık kaynağı ile 20 sn boyunca polimerize edildi. Tüm sınıf V restorasyonların artıkları sarı kuşaklı FG-5205 nolu frezler (Intensive, SeDenta, Şişli/İstanbul) ile düzeltildikten sonra diskler ve sarı cilalama lastikleri ile polisaj sağlanarak restorasyon tamamlandı (Resim 3.4a). Restorasyonu tamamlanan dişler 24 saat distile su içerisinde bekletildikten sonra, dişlerin labial yüzeyindeki restorasyon ve çevresindeki 1 mm mesafe açıkta kalacak şekilde, tüm yüzeylerine iki kat tırnak cilası uygulandı (Resim 3.4b). Örnekler % 1'lik metilen mavisi (Resim 3.4c) içinde 4 saat bekletildi. 15 dakika akan su altında yıkandı, metal kalıplara yerleştirildi (Resim 3.4d) ve akrilik bloklara gömüldü (Resim 3.5).



Resim 3.3. a) Clearfil SE Bond (Kuraray, Japonya), b) Filtek Z250–Universal kompozit (3M ESPE)



Resim 3.4. a) Polimerize edilmiş kompozit rezin, b) Ojelenmiş diş örneği c) Metilen mavisi, d) Metal kalıba yerleştirilmiş örnek



Resim 3.5. Akrilik bloklara gömülmüş örnekler

3.4. Mikrosızıntı Testi

Akrilik bloklar distile suda 24°C’de 1 gün boyunca bekletildikten sonra Gazi Üniversitesi Restoratif Diş Hekimliği Anabilim Dalı Laboratuvarında, *ATM Brillant 210 (GMBH, Mammelzen, Almanya)* isimli mikrocut makinesi yardımıyla (Resim 3.6), her bir örnekten 3 adet olmak üzere, dişin uzun aksına paralel ve bukkolingual yönde olacak şekilde (longitudinal) kesitler alındı (Resim 3.7). Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı’nda ışık mikroskobu (Leica dm 4000 M, Wetzlar, Germany) altında mikrosızıntı incelemesi ve skorlaması yapıldı (Resim 3.8).



Resim 3.6. Mikrocut makinesi



Resim 3.7. 1 mm’lik kesitleri alınmış örnekler



Resim 3.8. Leica dm 4000 M mikroskop

Mikrosızıntı değerleri, her bir parça için okluzal ve gingival kenarlarda ayrı ayrı kaydedildi. Skorlama kriterleri Dallı ve diğerleri (2009) tarafından kullanılan kriterler esas alınarak řu şekilde belirlendi:

0=Boya penetrasyonu yok,

1= Boya penetrasyonu kavite duvarının yarısına kadar,

2= Boya penetrasyonu kavite duvarının yarısını geçmiş,

3= Boya penetrasyonu kavite tabanına kadar,

4= Boya penetrasyonu kısmen veya tamamen pulpaya ulaşmış (Dallı ve diğerleri, 2009).

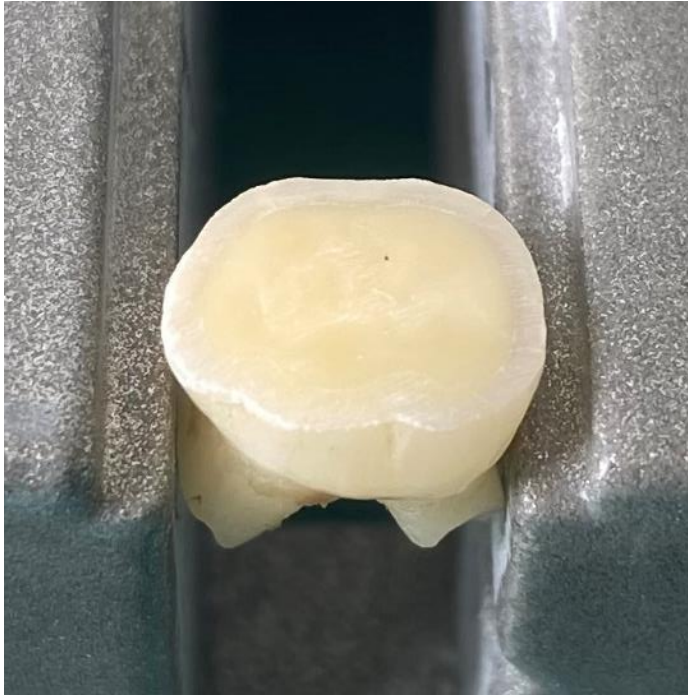
3.5. Mikromakaslama Bağlanma Dayanımı Testi İçin Örneklerin Hazırlanması

Herhangi iki grup arasında, mikromakaslama bağlanma dayanıklılığı açısından en az 6 MPa'lık bir farkın, %85 güç ve %5 yanılma düzeyinde istatistiksel olarak önemliliğinin incelenebilmesi için grupların her birine mikromakaslama bağlanma dayanıklılığı yönünden en az 11 örneğin alınması öngörölmüştür. %20'lik bir olası veri kaybı göz önünde bulundurulduğunda grupların her birinde mikromakaslama bağlanma dayanıklılığı yönünden 15 örneğin (n=15) yer alması uygun bulunmuştur.

Mikromakaslama bağlanma dayanımı için 15 adet dişin okluzal yüzeyindeki mine dokusu; dişler mengene arasına yerleştirilip, orta üçlüdeki dentin tabakasının ortaya çıkarılabilmesi amacıyla, düşük turlu aletle su soğutması altında elmas diskler aracılığıyla hiç mine dokusu kalmayıncaya kadar kaldırıldı (Resim 3.9). Mine dokusu tamamen ortadan kaldırılıncaya kadar aşındırılmaya devam edildi ve mine dokusu kalıp kalmadığı stereomikroskop altında incelendi (Resim 3.10). Açıkta kalan dentin yüzeyleri, smear tabakasını standardize etmek için akan su altında 30 saniye boyunca 220-600 gritlik silikon oksit kağıt zımparasıyla parlatıldı (Resim 3.11). Pulpa odası açığa çıkan örnekler araştırma dışı bırakıldı. Smear tabakası standardize edilmiş süt dişlerine örnek Resim 3.12'de gösterilmiştir.



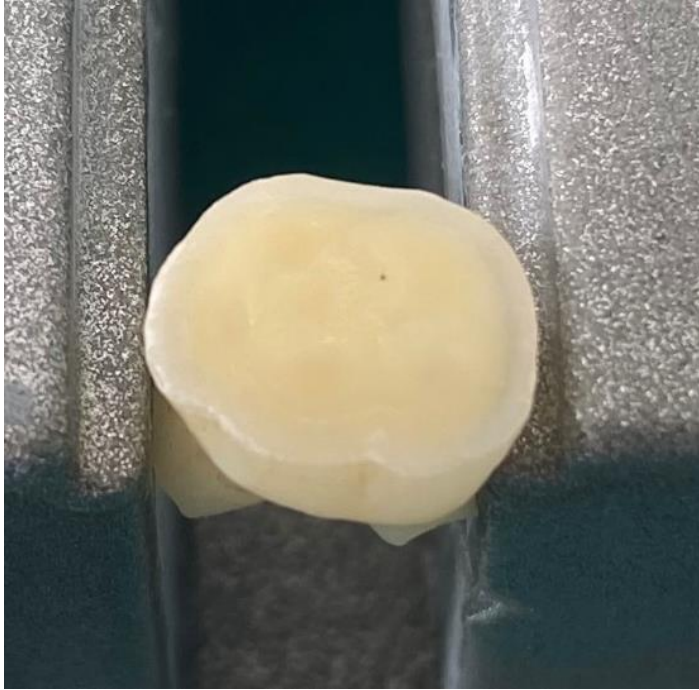
Resim 3.9. Mengene ve elmas disk



Resim 3.10. Elmas separe ile minesi kaldırılmış dentin yüzeyi



Resim 3.11. 220-600 gritlik zımpara kağıtları



Resim 3.12. Zımpara kağıtlarıyla aşındırılmış dentin yüzeyi

Örnekler iç çapı 14,5 mm polipropilen kalıplar içerisine soğuk pembe akrilik yardımıyla dentin yüzeyi akrilik seviyesinin üzerinde kalacak şekilde gömüldü (Resim 3.13). Delimitasyonun sağlanması amacıyla, 2 adet post-it kağıdının (3M, USA) yapışkanlı kısmının üzerine lastik örtü delik açıcısı (Stardent, Çin) yardımıyla çapı 4 adet 1 mm çapında delikler oluşturuldu (Resim 3.14). Delikler süt dişi dentini üzerinde kalacak şekilde konumlandırılıp akrilik duvar üzerine lastikler ve post-it yapışkanı ile sabitlendi (Resim 3.15). Ardından dezenfektan uygulaması için örnekler kontrol (C), klorheksidin (CHX) (*Cavity Cleaner, Bisco, U.S.A.*), %3'lük borik asit (B3), %5'lik borik asit (B5) olmak üzere 4 gruba ayrıldı.



Resim 3.13. Akriliğe gömülmüş diş örneği



Resim 3.14. Lastik örtü delik açıcısı, post-it üzerine açılmış delikler



Resim 3.15. Sabitlenmiş post-it

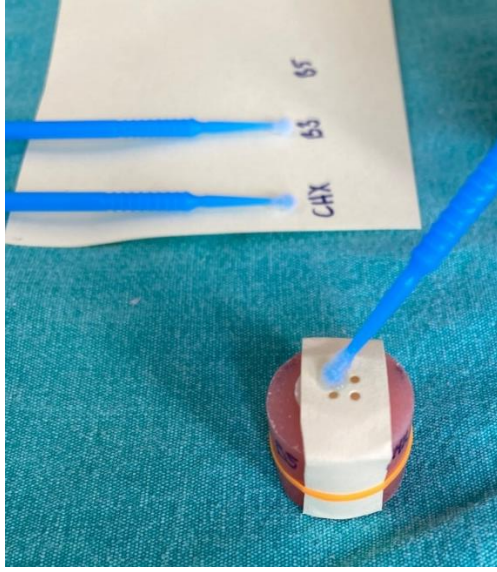
Kontrol grubu (K): Dişler yağ içermeyen hava spreyi yardımıyla fazla neminden arındırıldı. Dişlerin kavitelerine 60 sn boyunca bir aplikatör yardımıyla distile su uygulandı ve emici kağıtlar yardımıyla fazla neminden arındırıldı. Hiçbir kavite dezenfektanı uygulaması yapılmadı.

%2'lik Klorheksidin Grubu (CHX): Dişler yağ içermeyen hava spreyi yardımıyla fazla neminden arındırıldı. Dişlerin yüzeylerine küçük uçlu bir bond fırçası yardımıyla 60 sn boyunca %2'lik CHX uygulandı, yıkama işlemi yapılmadı ve fazla nem emici kağıtlar yardımıyla uzaklaştırıldı (Resim 3.16).

%3'lük Borik Asit Grubu (B3): Dişler yağ içermeyen hava spreyi yardımıyla fazla neminden arındırıldı. Dişlerin yüzeylerine küçük uçlu bir bond fırçası yardımıyla 60 sn boyunca

%3'lük borik asit uygulandı, yıkama işlemi yapılmadı ve fazla nem emici kağıtlar yardımıyla uzaklaştırıldı (Resim 3.16).

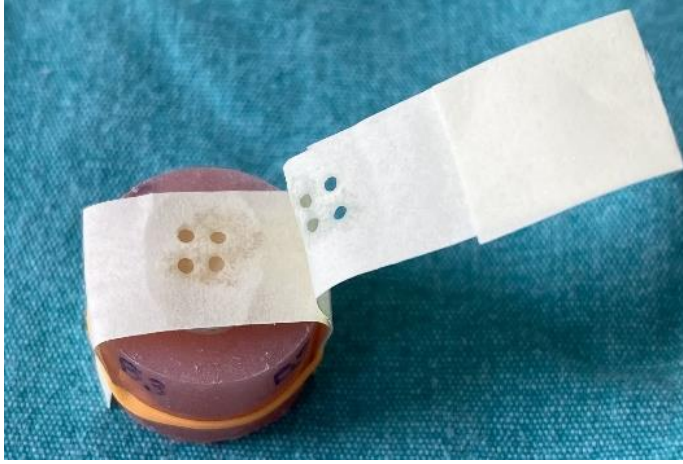
%5'lik Borik Asit Grubu (B5): Dişler yağ içermeyen hava spreyi yardımıyla fazla neminden arındırıldı. Dişlerin yüzeylerine küçük uçlu bir bond fırçası yardımıyla 60 sn boyunca %5'lük borik asit uygulandı, yıkama işlemi yapılmadı ve fazla nem emici kağıtlar yardımıyla uzaklaştırıldı (Resim 3.16).



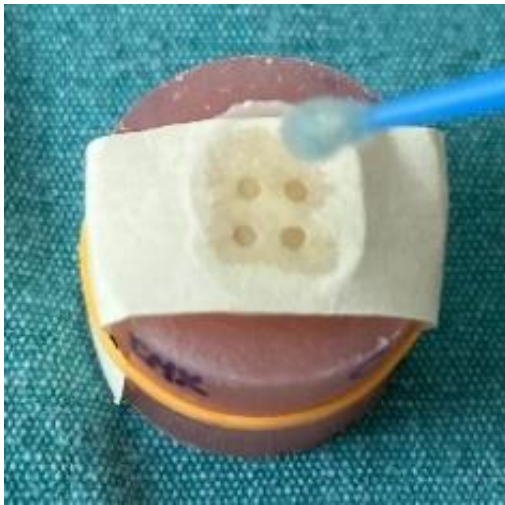
Resim 3.16. Kavite dezenfektanı uygulaması

Kavite dezenfektanı uygulanan gruplarda uygulama sonrasında ilk katman post-it kağıdı çıkarıldı (Resim 3.17). Daha sonra iki aşamalı, self-etch adeziv sistem, Clearfil SE Bond (Kuraray, Japonya), post-it üzerindeki deliklerle sınırlı kalacak şekilde, kullanım talimatına göre kaviteye uygulandı. Önce primer, bir aplikatör yardımıyla kaviteye uygulandı ve 20 sn boyunca kaviteye yayılması beklendikten sonra yağ içermeyen bir hava spreyiyle fazla solventin buharlaşması sağlandı (Resim 3.18). Ardından adeziv, kaviteye bir aplikatör yardımıyla uygulandı ve hava spreyi yardımıyla homojen bir şekilde kaviteye yayılması sağlandı (Resim 3.19). 10 saniye boyunca 500 mW/cm² gücündeki LED ışık kaynağı (Woodpecker, Guilin, Çin) ile polimerize edildi. İç çapı 1 mm dış çapı 2 mm olan politetrafloretilen tüpler (General Plastics Corp., Çin) 2 mm yüksekliğinde kesildi (Resim 3.20). Bir presel yardımıyla post-it kağıdı deliklerinin üzerine konumlandırıldı (Resim 3.21) ve post-it kağıdının yapışkanıyla sabitlendi. Kompozit restoratif materyal Filtek Z250–Universal Composite (3M Espe, US), bir ağız spatülü yardımıyla tüplerden içeriye

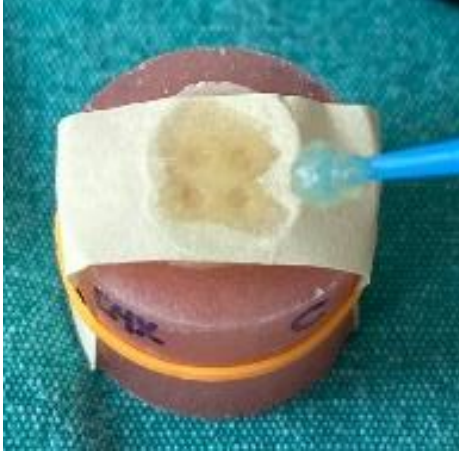
gönderilerek kondanse edildi ve LED ışık kaynağı ile 20 sn polimerize edilerek dentine adezyonu sağlandı (Resim 3.22). Örnekler 24 saat boyunca 37°C'de distile suda bekletildikten sonra bistüri (Beybi, Huaian Angel Medical Ins. Co., Çin) yardımıyla artık parçalar temizlendi ve tüp ile post-it dikkatlice kesilip çıkartıldı. Her bir dentin yüzeyinde 4 adet kompozit blok örnek hazırlandı (Resim 3.23). Örnek boyutları, doğrulama amacıyla elektronik kumpas yardımıyla ölçüldü. Oluşabilecek test öncesi başarısızlıkları dengeleyebilmek amacıyla toplamda 15 adet süt dişi dentini üzerinde 4'er adet olmak üzere her gruptan 15 örnek (n=15) çalışmaya dahil edildi. Stereomikroskopta, 30X büyütmede, bağlanma defektleri açısından incelendi ve bağlantı arayüzünde açıklığı olan veya hava kabarcığı kalmış örnekler çalışma dışı bırakıldı.



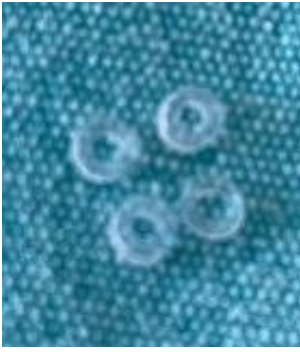
Resim 3.17. İlk katman post-it kağıdının sökülmesi



Resim 3.18. Clearfil SE Bond primer uygulaması



Resim 3.19. Clearfil SE Bond adeziv uygulaması



Resim 3.20. 2 mm yüksekliğindeki politetrafloroetilen kalıplar



Resim 3.21. Kalıpların yerleştirilmesi



Resim 3.22. Kompozit rezinin yerleştirilmesi



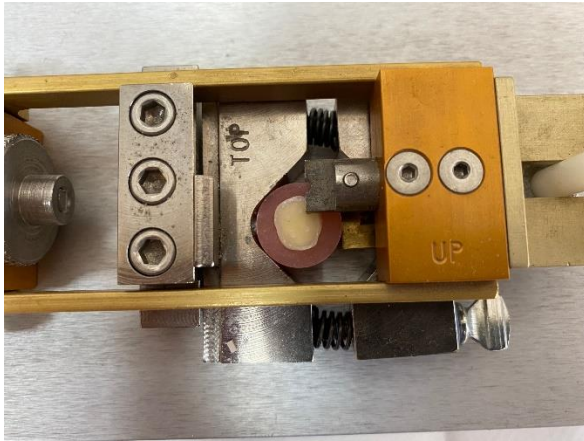
Resim 3.23. Kompozit rezin bloklar

3.6. Mikromakaslama Bağlanma Dayanımı Testi

24 saat boyunca distile su içerisinde bekletilen örnekler Micro-Shear Bond Tester (Bisco, USA) cihazına (Resim 3.24), kırıcı chisel uç dentin adeziv bağlantı ara yüzüne olabildiğince yakın olacak şekilde yerleştirildi (Resim 3.25). Örneklere makaslama cihazıyla 0,5 mm/dk hızla, bağlantı kırılana kadar kuvvet uygulandı. Makaslama bağlanma değeri (f) Newton (N) cinsinden elde edildi. Yüzey alanına bölünerek MPa değerleri, $f=F/\pi r^2$ olacak şekilde hesaplandı. Oluşan kopma tipleri stereomikroskop 40X büyütme altında incelenerek ayrıca değerlendirildi.



Resim 3.24. Mikromakaslama test cihazı



Resim 3.25. Test cihazına yerleştirilmiş örnek

3.7. İstatistiksel Yöntem

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 programı kullanıldı. Parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro Wilks testleri ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım gösteren parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Oneway Anova testi ve farklılığa neden çıkan grubun tespitinde Tukey HDS testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi ve farklılığa neden çıkan grubun tespitinde Dunn's test kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında ise Wilcoxon işaret testi kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Ki-Kare testi kullanıldı. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

4.1. Mikrosızıntı Testi Bulguları

Gruplar arasında okluzal mikrosızıntı düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.000$; $p<0.05$). B3 (%3'lük borik asit) grubun okluzal mikrosızıntı düzeyi, Kontrol ($p:0.000$) ve CHX ($p:0.000$) gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). B5 (%5'lik borik asit) grubun okluzal mikrosızıntı düzeyi, K (Kontrol) ($p:0.000$) ve CHX (%2'lik klorheksidin) ($p:0.000$) gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol ve CHX grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). B3 ve B5 grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Okluzal mikrosızıntı değerlendirilmesi Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Okluzal mikrosızıntı değerlendirilmesi

	Kontrol	CHX	B3	B5	
Okluzal Sızıntı	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	p
0	6 (%33,3)	5 (%27,8)	0 (%0)	0 (%0)	
1	10 (%55,6)	7 (%38,9)	4 (%22,2)	1 (%5,6)	
2	2 (%11,1)	6 (%33,3)	10 (%55,6)	6 (%33,3)	0,000*
3	0 (%0)	0 (%0)	4 (%22,2)	8 (%44,4)	
4	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	3 (%16,7)	

Ki-kare test * $p<0.05$

0=Boya penetrasyonu yok

1= Boya penetrasyonu kavite duvarının yarısına kadar

2= Boya penetrasyonu kavite duvarının yarısını geçmiştir,

3= Boya penetrasyonu kavite tabanına kadar,

4= Boya penetrasyonu kısmen veya tamamen pulpaya ulaşmış

Gruplar arasında gingival mikrosızıntı düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.000$; $p<0.05$). B3 grubun gingival mikrosızıntı düzeyi, Kontrol ($p:0.001$) ve CHX ($p:0.031$) gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). B5 grubun gingival mikrosızıntı düzeyi, Kontrol ($p:0.000$) ve CHX ($p:0.000$) gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol ve CHX grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). B3 ve B5 grupları arasında anlamlı bir farklılık

bulunmamaktadır ($p>0.05$). Gingival mikrosızıntı değerlendirilmesi Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Gingival mikrosızıntı değerlendirilmesi

	Kontrol	CHX	B3	B5	
Gingival Sızıntı	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	p
0	4 (%22,2)	1 (%5,6)	0 (%0)	0 (%0)	
1	9 (%50)	11 (%61,1)	0 (%0)	0 (%0)	
2	5 (%27,8)	6 (%33,3)	5 (%27,8)	3 (%16,7)	0,000*
3	0 (%0)	0 (%0)	10 (%55,6)	10 (%55,6)	
4	0 (%0)	0 (%0)	3 (%16,7)	5 (%27,8)	

Ki-kare test

* $p<0.05$

0=Boya penetrasyonu yok

1= Boya penetrasyonu kavite duvarının yarısına kadar

2= Boya penetrasyonu kavite duvarının yarısını geçmiştir,

3= Boya penetrasyonu kavite tabanına kadar,

4= Boya penetrasyonu kısmen veya tamamen pulpaya ulaşmış

Kontrol Grubunda; okluzal ve gingival yüzeydeki mikrosızıntı düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p:0.166$; $p>0.05$).

CHX Grubunda; okluzal ve gingival yüzeydeki mikrosızıntı düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p:0.248$; $p>0.05$).

B3 Grubunda; gingival yüzeydeki mikrosızıntı düzeyi, okluzal yüzeyden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p:0.001$; $p<0.05$).

B5 Grubunda; gingival yüzeydeki mikrosızıntı düzeyi, okluzal yüzeyden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p:0.020$; $p<0.05$). Grupların okluzal ve gingival mikrosızıntı düzeyleri açısından değerlendirilmesi Çizelge 4.3’te gösterilmiştir. Okluzal ve gingival mikrosızıntı skorları ise Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Grupların okluzal ve gingival mikrosızıntı düzeyleri açısından değerlendirilmesi

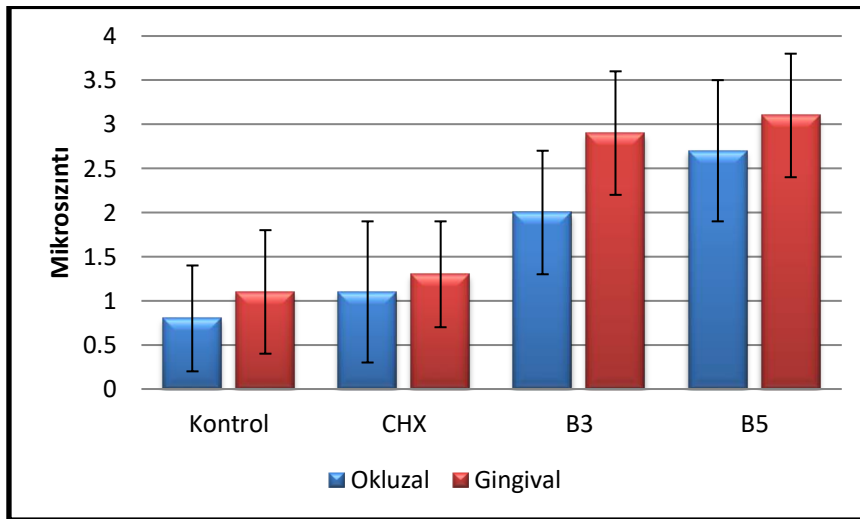
	Okluzal		Gingival		² p
	Min-Max	Ort±SS (medyan)	Min-Max	Ort±SS (medyan)	
K	0-2	0,8±0,6 (1) ^{A,a}	0-2	1,1 ±0,7 (1) ^{A,a}	0,166
CHX	0-2	1,1±0,8 (1) ^{A,a}	0-2	1,3±0,6 (1) ^{A,a}	0,248
B3	2-4	2,0±0,7 (3) ^{B,a}	1-3	2,9±0,7 (2) ^{B,b}	0,001*
B5	2-4	2,7±0,8 (3) ^{B,a}	1-4	3,1±0,7 (3) ^{B,b}	0,020*
¹ p		0,000*		0,000*	

¹Kruskal Wallis Test²Wilcoxon sign test

*p<0.05

Sütundaki farklı büyük harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir.

Satırlardaki farklı küçük harfler okluzal ve gingival yüzey arası farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.1. Okluzal ve gingival mikrosızıntı skorlarının değerlendirilmesi

4.2. Mikromakaslama Testi Bulguları

Gruplar arasında bağlanma dayanımı ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p:0.006; p<0.05). Kontrol grubu ile CHX grubu arasında bağlanma dayanımı ortalaması açısından anlamlı bir fark bulunmamaktadır ancak kontrol grubunun bağlanma dayanımı ortalaması, %3'lük borik asit (p:0.038) ve %5'lik borik asit (p:0.012) gruplarından anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (p<0.05). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05). Gruplar arasındaki bağlanma dayanımı Çizelge 4.4'te değerlendirilmiştir. Bağlanma dayanımı skorlarının gruplar arasındaki dağılımı ise Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

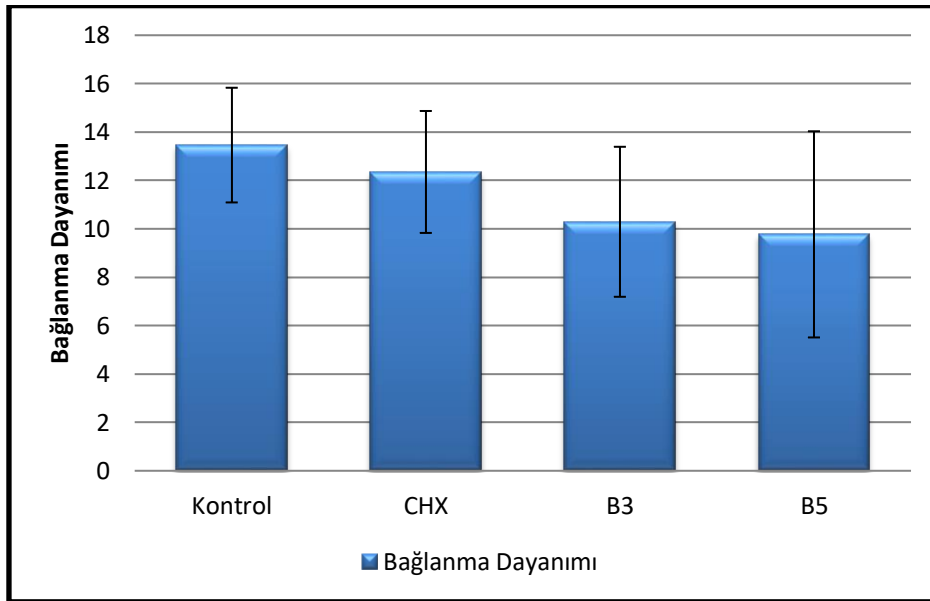
Çizelge 4.4. Bağlanma dayanımı değerlendirilmesi

Bağlanma Dayanımı	
	Ort±SS
Kontrol	13,46±2,37 ^A
CHX	12,35±2,52 ^{AB}
B3	10,29±3,10 ^B
B5	9,77±4,26 ^B
p	0,006*

Oneway ANOVA Test

*p<0.05

Sütundaki farklı büyük harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir.



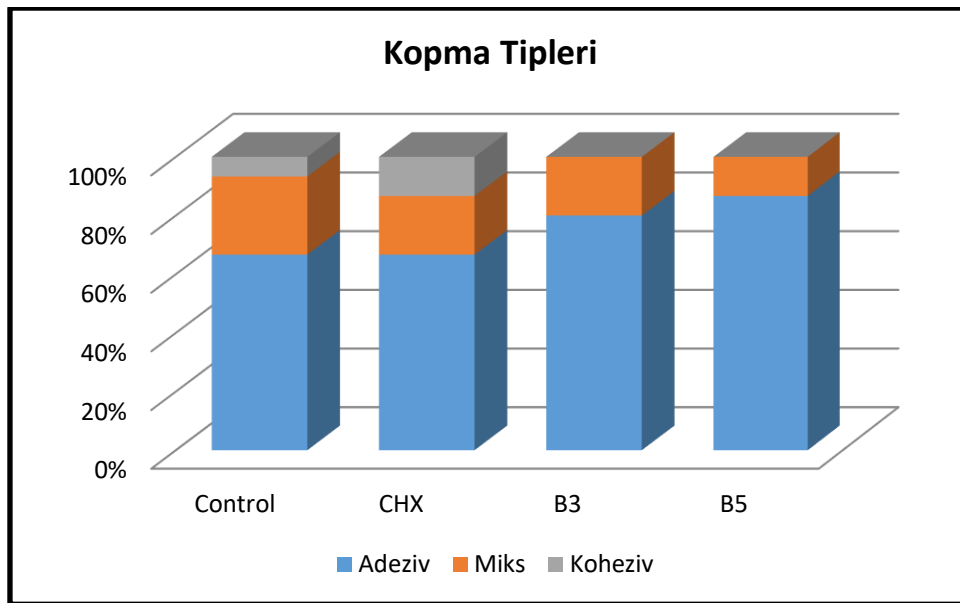
Şekil 4.2. Bağlanma dayanımı skorlarının gruplar arasındaki dağılımı

Gruplar arasında kopma tiplerinin görülme oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Kontrol grubunun % 66.7'sinde, CHX grubunun % 66.7'sinde, B3 grubunun % 80'inde ve B5 grubunun % 86.7'sinde adeziv kopma görülmüştür. Kontrol grubunun % 26,7'sinde, CHX grubunun % 20'sinde, B3 grubunun % 20'sinde ve B5 grubunun % 13,3'ünde miks kopma görülmüştür. Kontrol grubunun % 6,7'sinde ve CHX grubunun %13,3'ünde koheziv (dentin) kopma tipi görülmüştür ancak borik asit gruplarında koheziv kopma tipine rastlanmamıştır. Kopma tipleri Çizelge 4.5'te değerlendirilmiştir. Gruplar arasındaki kopma tiplerinin dağılımı Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Kopma tiplerinin değerlendirilmesi

	Kontrol	CHX	B3	B5
Kopma Tipi	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Adeziv	10 (%66,7)	10 (%66,7)	12 (%80)	13 (%86,7)
Miks	4 (%26,7)	3 (%20)	3 (%20)	2 (%13,3)
Koheziv	1 (%6,7)	2 (%13,3)	0 (%0)	0 (%0)
p	0,552			

Ki-kare Test



Şekil 4.3. Gruplar arasındaki kopma tiplerinin dağılımı

5. TARTIŞMA

Derin dentin çürüğünün tamamen mekanik yöntemlerle temizlenmesi, pulpal irritasyona ve diş yapısından fazla doku kaldırmaya neden olabilmektedir. Tek başına yapılan mekanik çürük temizliği yaklaşımının tamamen çürüksüz bir kavite oluşturmada yetersiz olduğu yapılan araştırmalarla gösterilmiştir (Singla, Aggarwal, Kumar, 2011). Kavite preparasyonu sırasında, restoratif tedavinin başarısı, kavite duvarlarındaki bakteri kalıntılarından etkilenebilmektedir. Yapılan restorasyon ağız ortamından ne kadar iyi izole edilirse edilsin kavitede varlığını devam ettiren bakteriler, enzimatik aktivitelerine devam ederek smear tabakasında yaşamaya ve çoğalmaya devam ederler. Bu bakterilerin özellikle pulpa hasarına, tekrarlayan çürük riskine, postoperatif duyarlılığa ve dolayısıyla diş restorasyonunda başarısızlığa yol açabildiği bildirilmiştir. Ayrıca bu bakterilerin kenar sızıntısı sonucu hayatta kalabileceği ve çoğalabileceği belgelenmiştir (Salama, Balto, Al-Yahya, Al-Mofareh, 2015). Bu nedenle restorasyon öncesinde kavitenin antibakteriyel bir ajanla temizlenmesi önemlidir (Güneş, Doktora Tezi, 2013) (Singla, Aggarwal, Kumar, 2011).

Brännström ve Nyborg (1971), antimikrobiyal ajanları ve bunların pulpa üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu antimikrobiyal ajanların, dentin ve mine duvarlarında kalan bakterilerin ortadan kaldırılmasında etkin bir rol oynadığı belirtilmiş olup; kavitenin temizlenmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır. Daha sonra da bakterilerin ortadan kaldırılması amacıyla antibakteriyel ajanların kullanılması, diş hekimleri tarafından geniş bir çevrede kabul görmüştür. Klinik diş hekimliğinde, restorasyonların yerleştirilmesinden önce, kavite içerisindeki bakterileri ortadan kaldırmak veya azaltmak amacıyla çok çeşitli dezenfektanlar kullanılmıştır. Bu ajanların bazılarının doğal kimyasalları nedeniyle pulpa hasarına neden olduğu ve bu nedenle kullanım dışı kaldıkları bildirilmiştir (Shafiei, Memarpour, 2012).

%2'lik CHX formları, antibakteriyel etkisi ve diş yüzeylerine yüksek afinitesi nedeniyle sıklıkla kullanılan kavite dezenfektanları arasında yer almaktadır (Chang ve Shin, 2010, Suma ve diğerleri, 2017; Daooda, Yia, Burrow, Niu, Tay, 2017, Öznurhan ve diğerleri, 2015a; Ramasetty, Tripathi, Sugandhan, Naik, Deepak, 2018; Kapdan ve Öztaş, 2012; Carvalho Freitas ve diğerleri, 2019). %0,2 ve %2'lik CHX'in streptococcus mutans'a karşı antibakteriyel etki gösterdiği belirtilmiştir (Türkün, Türkün ve Kalender, 2004). %0,12 ile %0,2 ağız yıkama solüsyonları, %2 kavite dezenfeksiyonu solüsyonları ve %0,5-1'lik jeller gibi, farklı CHX konsantrasyonları ve formları mevcuttur. Ayrıca %2'lik CHX

solüsyonunun, 5, 15, 30, 60 saniyelik uygulama süreleriyle tatbik edildiğinde total-etch adeziv sistemlerde bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada uygulama sürelerindeki farklılıkların bağlanma üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (Kang, Moon, Shin, 2012). Cecchin ve diğerleri (2014) de aynı şekilde, %2'lik CHX kavite dezenfektanının 30, 60 ve 120 saniye boyunca uygulanmasının self-etch ve total-etch sistemlerde bağlanma dayanımına etki etmediğini bildirmiştir. Aynı zamanda farklı yüzdelerde kullanılan CHX solüsyonunun, total-etch adezivler kullanıldığında anlık ve uzun dönem bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği bir araştırmada, %0,02'lik ve %2'lik CHX solüsyonunun bağlanma dayanımı üzerinde etkisi olmadığı belirtilmiştir (Leitune ve diğerleri, 2010). Carvalho Freitas ve diğerleri (2019), CHX'in farklı konsantrasyon ve uygulama sürelerinin bağlanma üzerine etkilerini değerlendirdikleri araştırmalarında, CHX'in %0,002, %0,02, %0,2, %2, %4'lük konsantrasyonlarının 60 saniye uygulanmasının bağlanma üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığını ve %0,002 ve %2'lik CHX solüsyonlarının da 15 ve 60 saniye uygulanmalarının arasında anlamlı bir fark bulunmadığını rapor etmişlerdir. Aynı zamanda klinik diş hekimliğinde ve in vivo/in vitro araştırmalarda %2'lik solüsyon formunun en yaygın kullanılan CHX formu olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde bu tez araştırmasında da %2'lik CHX solüsyonu Cavity Cleanser 60 saniye uygulama süresi ile kullanılmıştır.

Borik asit tıp biliminde antiseptik etkinliği bilinen ve aktif olarak kullanılan güçlü bir organik asittir. Bakteri, maya ve mantarlara karşı geniş bir skalada antibakteriyel özelliklere sahip olan bor minerali, diş hekimliğinde de kullanım alanı bulmuştur (Qin ve diğerleri, 2010). Borik asit, yara yıkama solüsyonları, göz yıkama solüsyonları, ağız gargaraları, ayrıca deterjanlar, nişasta, cilt tozları ve merhemler gibi birçok klinik preparatta kullanılmıştır. Ayrıca oftalmik solüsyonlar, topikal dezenfektanlar ve kozmetik ürünler de borik asit içermektedir (Moseman, 1994; Nisha, Shivamallu, Gujjari, Shashikumar, Ali, 2021; Karaca ve diğerleri, 2022; Al-Abachi, Shreef, Abachi, 2019). Zer ve diğerleri (2022), borik asitin %1, %2, %4 ve %6'lük konsantrasyonlarının, farklı uygulama sürelerinin, *pseudomonas aeruginosa*, *staphylococcus aureus*, *enterococcus faecalis*, *streptococcus mutans* izolatları ve kan kültürü örneklerinden izole edilen 20 farklı mikroorganizma üzerindeki etkisini değerlendirdikleri araştırmalarında, %1'lik borik asitin suşların hiçbirine etkinlik göstermediğini, %2'lik borik asitin 5. dakikadan itibaren suşların büyük çoğunluğuna, 10. dakikadan itibaren suşların tümüne; %4'lük solüsyonun 5. dakikadan itibaren suşların tümüne, %6'lük solüsyonun ise 1.dakikadan itibaren suşların tümüne etki ettiğini rapor

etmişlerdir. Aynı zamanda %2'lik borik asit konsantrasyonunun 1. dakikadan itibaren staphylococcus auerus, streptococcus mutans, streptococcus mitis, candida albicans ve escherichia coli suşlarına karşı etkinlik gösterebildiği bildirilmiştir. %3'lük ve %5'lik borik asit solüsyonları kavite dezenfeksiyonu amacıyla diş hekimliği alanındaki bazı araştırmalarda kullanılmıştır ve kavite dezenfektanı olarak CHX'e alternatif olabileceği düşünülmüştür (Aktürk, Bektaş, Özkanoglu, Akın, 2019; Cangül ve diğerleri, 2019; Ercan, Çolak, Hamidi, İbrahimov, Gulal, 2015; Çulhaoğlu, Özcan, Kılıçarslan, Şeker, 2017; Akman, Belli, Olcay, Özçopur, 2016). Yukarıdaki araştırmacıların önerileri doğrultusunda hem antimikrobiyal etkinliğinin yeterli olması; hem de diğer araştırmalarla karşılaştırılabilmesi açısından, bu araştırmada da borik asitin %3'lük ve %5'lik solüsyonları mikrosızıntı ve makaslama bağlanma dayanımı testlerinde kullanılmıştır. Uygulanma süresi de 60 saniye ile sınırlanmıştır.

Adeziv teknolojisi, elli yıldan uzun bir süre önce piyasaya sürüldüğünden beri hızla gelişmiştir. Dental adezivler için ana zorluk, farklı yapıdaki iki sert dokuya eşit derecede etkili bir bağlanma sağlamaktır. Dentine bağlanma çok karmaşıktır ve bu sebepten çok aşamalı sistemlerden tek aşamalı sistemlere kadar birçok farklı adeziv sistem tipi bulunmaktadır. Ancak çok aşamalı adeziv sistemler çoğu zaman tekniğe duyarlı olarak kabul edilmektedir ve klinik uygulama prosedüründeki en küçük hata ya hızla bağlanmanın kaybı ya da erken marjinal bozulmayla sonuçlanmaktadır. Bunun bir sonucu olarak, daha basit, daha kullanıcı dostu ve daha az tekniğe duyarlı adezivlere olan talep yüksek olmaya devam etmekte ve üreticileri hızlı bir şekilde yeni adezivler geliştirmeye teşvik etmektedir (Van Meerbeek ve diğerleri, 2011). Bugünün adezivleri, diş dokusuna uygulanma biçimleri birbirinden çok farklı olan total-etch ve self-etch yaklaşımlarını benimsemektedir. Bununla birlikte, her iki yaklaşımın da laboratuvar ve klinik araştırmalarda oldukça başarılı bir şekilde gerçekleştirildiği belirtilmelidir, ancak açık bir şekilde yüksek bir ürün bağımlılığı ve ürüne özel uygulama biçimi farklılıkları mevcuttur (Van Meerbeek ve diğerleri, 2011).

Bağlanma dayanımı süt ve daimi dişlerde farklılık göstermektedir. Dentin tübüllerinin çapı ve yoğunluğu, dentin kalınlığı ve dentinin organik içeriğindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Courson ve diğerleri, 2005). N'ör ve diğerleri (1996), süt dişlerinin asit uygulamalarına karşı daha duyarlı olduğunu, asit uygulandığında süt dişi dentininde oluşan hibrit tabakanın daha da kalın oluştuğunu ve bunun bağlanma dayanımını düşürdüğünü belirtmiştir. Süt dişi dentinin tübüler yapısı daimi diştten daha farklıdır ve

dentin yüzeyi daha az nemlenmektedir dolayısıyla dentinin uygulanan asiti seyreltmesi daha güç olduğundan asitin etkisi hızlı ve derindir (Pashley, 1993). Bu sebeple hibrit tabaka kalınlığının düşürülebilmesi amacıyla süt dişi dentinine daha kısa sürelerle asit uygulaması önerilmiştir (N'ör ve diğerleri, 1996; Kaaden ve diğerleri, 2003). Ancak bazı araştırmacılar, yaptıkları SEM incelemelerinde hibrit tabakanın kalınlığının ve oluşan rezin tıkaçlarının şeklinin kullanılan adeziv sistem içeriğindeki asidin kuvvetiyle ilgili olduğunu ve oluşan bağlanma kuvvetinin hibrit tabaka kalınlığından ziyade kalitesiyle ilgili olduğunu bildirmektedir (Prati ve diğerleri, 1998; Oliveira, 2003).

Self-etch adeziv sistemler, asidik primerin pH'sına göre, kuvvetli ($\text{pH} \leq 1$), orta kuvvetli ($\text{pH} \approx 1,5$) ve hafif ($\text{pH} \geq 2$) olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır. Clearfil SE bond gibi hafif self-etch adezivler, dentinde düşük miktarda demineralizasyon sağladıkları için olası hidroksiapatit etkileşimlerinden daha fazla yararlanmaktadır. Smear tıkaçlarını ortadan kaldırmadıkları ve demineralizasyon derinliği sınırlı olduğu için de submikron boyutlarda oluşan hibrit tabakasının yeterli bağlanma sağladığı belirtilmiştir (Van Meerbeek ve diğerleri, 2005).

İki aşamalı self-etch adeziv sistem Clearfil SE Bond, 10-metakriloyiloksidesil dihidrojen fosfat (10-MDP) monomeri içerir ve bu fonksiyonel monomerin hidroksiapatit kristallerine afinitesi bulunmaktadır ve mine ve dentin dokusuna etkin bir şekilde bağlandığı bildirilmiştir (Bouschlicher, Reinhardt, Vargas, 1997; Valizadeh ve diğerleri, 2019). Bunun yanında Calcavanti ve diğerleri (2007), Clearfil SE bond içerisindeki hafif asidik primerin yeterli miktarda yüzey temizliği yaptığı, kısmi olarak smear tabakasını kaldırarak yeterli miktarda dentin kanalını ekspoz ettiği, tüm kanalları açmadığı için yüzey nemliliğini arttırmadığı ve tüm bu sebeplerden dolayı bağlanma dayanımı değerlerinin yüksek bulunduğunu bildirmiştir.

Self-etch adeziv sistemler hekimler tarafından oldukça sık tercih edilmektedir. Total-etch sistemlerdeki gibi asitleme, yıkama ve kurulum işlemlerinin olmaması işlem süresini olabildiğince kısaltmaktadır. Ayrıca total etch sistemlerin, self etch sistemlere oranla, dentin kalınlığından bağımsız olarak pulpada daha fazla sitotoksik etki yarattığı ileri sürülmektedir (Galler ve diğerleri, 2005) . Bununla birlikte aşırı veya eksik asitleme, yıkama ve kurutma işlemi gibi hekim hatalarının da önüne geçmektedir (Van Dijken ve diğerleri, 2007; Peumans ve diğerleri, 2010). Self-etch adezivlerin bir başka avantajı da total-etch adezivlere göre

işlem sonrası hassasiyetin hiç görülmemesi veya oldukça az görülmesidir. Bu durum self-etch adezivlerin, asitleme işlemi gibi agresif bir işlemi barındırmaması ve dentinle daha yüzeyel bir ilişki kurarak geniş dentin tübüllerini tıkaması sonucu gerçekleşmektedir (Dallı ve diğerleri, 2011). Self-etch adeziv sistemlerin süt dişlerindeki ve daimi dişlerdeki bağlanma etkinliğinin değerlendirildiği bir araştırma, her ne kadar süt dişlerinde mikrogerilim bağlanma kuvvetinin daimi dişlere göre daha düşük olduğunu belirtmiş olsa da yapılan *field-emission scanning electron microscopy* (FE-SEM) incelemelerinin sonucunda, self etch adeziv sistemlerin her iki diş tipine de mükemmel bir şekilde adapte olduğu rapor edilmiştir (Uekusa ve diğerleri, 2006). Thanaratikul ve diğerleri (2016), self-etch ve total etch adeziv sistemlerin süt dişi dentinindeki mikromakaslama bağlanma dayanımı üzerinde anlamlı bir farklılık yaratmadığını bildirseler de self-etch ve total-etch adeziv sistemlerin dentin dokusunda bağlanma dayanımlarının değerlendirildiği bir başka araştırmada dentine asit uygulamasının mikromakaslama bağlanma dayanımını azalttığı gösterilmiştir (Valizadeh ve diğerleri, 2019). Farklı adeziv sistemlerin süt dişi minesine ve dentininde bağlanma dayanımının değerlendirildiği bir çalışmada total-etch ve self-etch adeziv gruplarının bağlanma dayanımı skorlarının süt dişi minesine bağlanmada anlamlı bir farklılık yaratmadığı; ancak süt dişi dentinine bağlanmanın Clearfil SE Bond grubunda anlamlı bir şekilde yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Agostini, Kaaden, Powers, 2001). Okada ve diğerleri (2009) de, self-etch adeziv sistemlerin daimi diş dentinindeki mikromakaslama bağlanma dayanımının, total-etch sistemlere oranla daha yüksek skorlar gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmalar self etch adezivlerin süt dişi dentininde güvenle kullanılabileceğini bildirdiğinden (Harnirattisai ve diğerleri, 2012; Van Dijken ve diğerleri, 2007; Peumans ve diğerleri, 2010) dolayı biz de araştırmamızda daha basit, daha kullanıcı dostu ve daha az tekniğe duyarlı, bir self etch ajan olan Clearfil SE Bond (Kuraray, Japonya) iki aşamalı adeziv sistem kullanmayı tercih ettik.

Üretici firmalar genellikle, kullanıcılara sundukları kullanım kılavuzlarında, bağlanmayı kötü yönde etkileyebilecek kimyasal farklılıklardan kaçınmak ve bağlanma kuvvetini olabildiğince arttırmak amacıyla aynı markanın adeziv sistemi ile kompozit rezininin beraber kullanımını önerse de, Song ve diğerleri (2015) farklı markaların kombine kullanımının da yeterli sonuçlar verdiğini ve güvenle kullanılabileceğini rapor etmişlerdir. Araştırmamızda da farklı üreticilerin ürünleri olan adeziv sistem ve kompozit rezin materyal kullanılmıştır.

Bağlanma dayanımı testlerinde, seçilen diş preparatı, dişlerin saklanma koşulları ve süresi, çalışılacak örnek yüzeylerinin hazırlanma teknikleri, hazırlanan preparatların saklanma koşulları, test düzeneği, adezyon yüzeyinin genişliği, kuvvet uygulayan ucun hızı, adeziv tabakanın kalınlığı, uygulama tekniği, uygulanan materyalin teknik özellikleri gibi birçok faktör test sonuçlarına etki edebilmektedir (Kitosako ve diğerleri, 2000; Mota ve diğerleri, 2003; Pashley ve diğerleri, 1999; Van Noort ve diğerleri, 1991). Van Noort ve diğerleri (1991), bağlanma çalışmalarındaki farklı sonuçların deney koşullarındaki standardizasyon eksikliğinden kaynaklandığını belirtmiştir. Bağlanma dayanımı araştırmalarında standardizasyonun sağlanabilmesi için ISO standartlarına göre araştırmada kullanılacak olan dişlerin çatlaksız, çürüksüz ve restorasyonsuz olmaları gerekmektedir (Schneider ve diğerleri, 2000). Bu sebeple araştırmamızda çürüksüz, çatlaksız ve restorasyonsuz dişler kullanıldı. Kullanılan led ışık cihazının gücünün de ISO standartlarına göre 380-515 nm dalga boyu aralığında olması gerekmektedir (ISO Technical Report 10650, 2018). Araştırmamızda da 500 nm dalga boyunda ve kontrolleri düzenli olarak yapılmış led ışık cihazı kullanılmıştır.

Kloramin-t aköz solüsyonunun uzatılmış saklama koşullarında dahi dişin mekanik özellikleri üzerinde anlamlı bir değişiklik yaratmadığı bildirilmiştir (Visuri ve diğerleri, 1996). Birçok araştırmacı dişleri çekim sonrasında kloramin-t solüsyonunda saklamayı veya dezenfekte etmeyi tercih etmektedir (Chaharom ve diğerleri, 2011; Gürkan ve diğerleri, 1999; Karabulut ve diğerleri, 2009; Susin ve diğerleri, 2007; Titley ve diğerleri, 1998). Birbirinden farklı saklama solüsyonları ve yöntemlerinin bağlanma dayanımı üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada 2 aylık saklama süreçlerinde distile su içerisinde -20°C dondurmanın veya +4°C'de kloramin t içerisinde saklamanın timol, metanol ve glutraldehitten anlamlı derecede yüksek olduğu rapor edilmektedir ve bağlanma dayanımı testlerinde kullanılacak dişlerin -20°C'de dondurulmasını önermektedir (Karabulut ve diğerleri, 2009; Titley ve diğerleri, 1998). Ayrıca +4°C'de izotonik salin ve distile suyun da makaslama bağlanma testlerinde iki aya kadar saklama solüsyonu olarak kullanıldığında bağlanma üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığı ve kabul edilebilir sonuçlar verdiği gösterilmiştir (Sachdeva ve diğerleri, 2012). Ayrıca saklama solüsyonunun diş örnekleri içerisine girip dişin kimyasal yapısını değiştirebileceği belirtildiğinden ISO standartlarına göre, örneklerin distile suda saklanması gerektiği bildirilmiştir (ISO Technical Report 11405, 1994). Bu çalışmada da test gruplarındaki dişler ISO önerileri doğrultusunda, çekimi ve temizlenmesi sonrasında +4°C'de, %0,5'lik kloramin aköz solüsyonunda 1 hafta boyunca

dezenfekte edilmesinin ardından -20°C 'de distile su içerisinde dondurularak en fazla 2 ay süresince saklanmıştır.

Servikal çürükler genellikle aynı ağızda birden fazla sayıda bulunurlar ve yapıları itibarıyla düşük C faktörlü kavitelerdir. Dolayısıyla makro-mekanik tutuculukları oldukça düşüktür ve araştırma sonuçlarını etkilememektedir. Bununla birlikte, sınıf V kaviterlerin mine ve dentin dokusunu beraber inceleme fırsatı sunması avantajları arasında yer almaktadır. Genellikle premolar ve keser dişlerin vestibül yüzeyinde oluşan sınıf V kaviterlerin hazırlanmaları ve değerlendirilmeleri daha kolay olduğu için uygulayan hekim açısından hata yapılması ihtimali de oldukça düşmektedir (ADA, 2001). Sınıf V kaviterlerin dizayn biçimlerinin de mikrosızıntı üzerinde etkisi olduğu, V şeklinde açılmış kaviterlerin U şeklinde açılmış kavitelere oranla daha az retantif olduğu ve daha fazla mikrosızıntı skorları sergilediği gösterilmiştir (Hakimeh, Vaidyanathan, Houpt, Vaidyanathan, Hagen, 2000; Raskin, D'Hoore, Gonthier, Degrange, Déjou, 2001). Bu avantajlarından dolayı Amerikan Diş Hekimleri Birliği (ADA, American Dental Association) adeziv sistemlerde klinik etkinliği ideal şekilde ölçebilmek için araştırmalarda Sınıf V kaviterler kullanılmasını önermektedir (ADA, 2001). Bu sebeplerden dolayı biz de araştırmamızın mikrosızıntı deneylerinde U şeklinde sınıf V kavite kullanmayı tercih ettik.

Mikrosızıntı deneylerinde boya sızıntı yönteminin kullanılması her ne kadar subjektif ve nitel olmakla eleştirilse de, restorasyon diş ara yüzündeki kalitenin ölçülmesinde sıklıkla tercih edilen yöntemlerdendir. Boya sızıntı testlerinde kullanılan boyalar genellikle farklı bekletme sürelerine ve konsantrasyonlarına sahiptirler (Mueninghoff, Dunn, Leinfelder, 1990). %5'lik eosin, %0,2-2 veya %1'lik metilen mavisi, %2'lik anilin mavisi, %50'lik gümüş nitrat, %0,5-2 bazik fuksin, %0,05 kristal violet, %2'lik eritrosin, %0,25'lik toluidin mavisi, %20'lik floresan sıklıkla kullanılan boyalardandır ve en çok da %2'lik metilen mavisi tercih edilmektedir (Williams, Schramke ve Stockton, 2002). Mikrosızıntı araştırmalarındaki boya sızıntı testlerinde kullanılan skalalar genellikle artan ve basamaklı skalalardır (Dallı ve diğerleri, 2009; Erdemir ve Yaman, 2011). Aynı zamanda mikrosızıntı çalışmaları açısından bakıldığında, alınması gereken kesit sayısı hakkında kesin bir fikir birliğine varılamamakla birlikte kesit sayısı arttırıldığında ölçülen mikrosızıntı skorlarında da artış gözlemlendiği rapor edilmiştir. Bu durum, kesit sayısı arttırıldıkça, mikrosızıntı testinde kullanılacak olan boyanın penetrasyon gösterdiği bütün alanların görüntülenebilme şansının artmasıyla açıklanmaktadır (Mixon ve diğerleri, 1991). Raskin ve diğerleri (2003), her

restorasyon için 3 kesit alınmasının mikrosızıntının doğru analizi için ideal olduğunu bildirmiştir. Biz de araştırmamızda benzer olarak metilen mavisi ile boya sızıntı testini uyguladık, 3 kesit alarak stereomikroskop altında inceledik ve Dallı ve diğerlerinin (2009) temel aldığı skala ile skorladık.

Gale ve Darvell (1999), restorasyonun birçok kesit alanına bölünüp bilgisayarlı ortamda yeniden birleştirilmesiyle oluşturulan 3 boyutlu mikrosızıntı ölçümlerinin 2 boyutlu mikrosızıntı ölçümlerine nazaran daha üstün olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Majety ve Pujar (2011), mikrosızıntı testinin doğru sonuçlar verebilmesi için restorasyonun tamamının sökölüp incelenmesi gerektiği çünkü restorasyonun farklı yerlerinde farklı mikrosızıntı skorları elde edileceği kanısına varmışlardır. Boya penetrasyon yönteminde, mikrosızıntının gerçek boyutunu belirlemek için yeterli bir değerlendirme aracı gerekmektedir. Işık mikroskobu, taramalı elektron mikroskobu ve transmisyon elektron mikroskobu yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, sızıntıyı daha iyi değerlendirmek için μ CT 1072, konfokal lazer tarama mikroskopisi ve optik koherens tomografi gibi üç boyutlu yöntemler de kullanılmıştır (Al Habdan, 2017). Bu gibi değerlendirme yöntemlerinin, mikrosızıntıyı değerlendirmede boya penetrasyon yöntemine göre daha üstün olduğu belirtilmesine rağmen kullanılamamış olması bu araştırmanın limitasyonları arasında görülmektedir.

Mobarak'ın (2011), çürüklü ve çürüksüz daimi diş dentini üzerinde, CHX'in bağlanma dayanımı üzerindeki erken (24 saat) ve geç (2 yıl) dönem etkilerini incelediği araştırmada, 24 saat sonra CHX için bağlanma kuvvetinin çürüklü ve çürüksüz dentinde farklılık göstermediğini bildirmiştir. Ayrıca çürüksüz numunelerin 2 yıllık yaşlandırma sonrasında bağlanma kuvveti incelendiğinde %5'lik CHX grubunun, %2 CHX ve kontrol gruplarına kıyasla daha yüksek bağlanma dayanımı bulguları kaydettiği tespit edilmiştir. Ayrıca Ricci ve diğerleri (2010), %2'lik CHX kavite dezenfektanı kullanıldığında, rezin-dentin bağlantısının mekanik stabilitesini araştırmışlardır. Süt azı dişleri üzerinde in-vivo şartlarda yürütülen araştırmada, dentine uygulanan CHX'in, iki aşamalı self-etch adeziv sistemlerde kısa dönemli bağlanma stabilitesi üzerine bir etkisinin olmadığı ve restorasyon sonrasındaki ilk birkaç ay içerisinde de rezin-dentin bağlantısının bozulma oranını azalttığı bildirilmiştir. Bu durumun CHX'in bir matrix metalloproteinaz inhibitörü olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Borik asit'in matrix metalloproteinaz inhibitörü olup olmadığıyla ilgili literatürde herhangi bir araştırmaya rastlanmadığı için araştırmamızda, yaşlandırma

işleminin yapılmaması ve anlık mikrosızıntı ve mikromakaslama bağlanma dayanımı değerlerinin incelenmesi tercih edildi.

Makro-makaslama bağlanma dayanımı testleri, bağlanma dayanımını doğru ölçemedikleri gerekçesiyle uzun yıllardır eleştirilmektedir. Makaslama testi sırasında kuvvet uygulayıcı ucun oluşturduğu çatlak başlangıcı, gerekli en düşük makaslama kuvveti yerine, istenmeyen gerilim kuvvetleri tarafından başlatılabilir. Böyle bir durumda ne yazık ki uygulanmak istenen kuvvet, adeziv ara yüzünden çok dentin veya kompozit içindeki koheziv kırılmalarla boşa harcanmaktadır. Makaslama bağlanma dayanımı testleri en sık kullanılan bağlanma dayanımı testlerinden olmasına rağmen, özellikle sayısal stres analizi araştırmaları olmak üzere birçok çalışma, testin uygun standardizasyondan yoksun olduğunu ve testten elde edilen sonuçların oldukça değişken olduğunu belirtmektedir (Cheetham ve diğerleri, 2013). Makaslama bağlanma dayanımı testlerinin, 1mm² veya daha küçük yüzey alanlarında test edildiği yönteme mikromakaslama bağlanma dayanımı testi adı verilmektedir (Phrukkanon, Burrow, Tyas, 1998). Nispeten kolay olan bu test yöntemi adeziv sistemlerin etkili bir şekilde incelenmesine olanak tanır ve çeşitli substrat yüzeylerinin bölgesel profilinin ve derinlik profilinin çıkarılmasına yardımcı olur. Aynı zamanda daha küçük yüzey alanlarında hazırlanan örneklerde daha yüksek bağlanma dayanımı sonuçları elde edilmektedir. Aköz saklama solüsyonu dayanıklılık testlerinin uygulanmasını da mümkün kılmaktadır (Sadr, Ghasemi, Shimada, Tagami, 1998). Mikro makaslama yönteminin diş hekimliğinde kullanımı ilk olarak Shimada ve diğerleri (2002) tarafından tanıtılmıştır. Mikromakaslama test yöntemi birçok test örneğinin aynı diş üzerinde test edilebilmesine ve dolayısıyla dentin substratlarının oluşturduğu farklılıkları en aza indirmeye olanak sağlamaktadır. Mikromakaslama bağlanma dayanımı test örneklerinin, test öncesinde sadece kalıp amacıyla kullanılan serum boruları çıkarılırken stres ile karşılaşması, mikrogerilim testlerindeki gibi trimleme ve düzeltme işlemlerine ihtiyaç duymaması, mikromakaslama test yöntemini mikrogerilim testlerine göre daha avantajlı kılmaktadır (Armstrong ve diğerleri, 2010). Bu avantajlarından dolayı araştırmamızda mikromakaslama bağlanma dayanımı test metodu kullanılmıştır.

Mikromakaslama deney yöntemi sırasında adeziv uygulanan alanın genişliğinin de bağlanma üzerinde etkisinin olduğunu, adeziv uygulanacak bölgenin sınırlandırılmasının (delimitasyon) bağlanma dayanımını düşürüp koheziv başarısızlık tiplerinde azalmaya sebep olduğunu ve adezyon alanını sınırlamanın bağlanma dayanımı testlerinin güvenilirliğini

arttıracağını bildiren araştırmalar bulunmaktadır. Çalışmalarda bu konuyla ilgili silikon matriksler, delinmiş çin erişmeleri, poliüretan matriksler, post-it'ler, çift taraflı bantlar kullanılmıştır ve genellikle 1 mm genişliğindeki delikler lastik örtü delik açıcısı yardımıyla açılmıştır (Shimaoka ve diğerleri, 2011; Vieira ve diğerleri, 2016; Chai ve diğerleri, 2015; Song ve diğerleri, 2015). Biz de bu tez araştırmasında Song ve diğerleri (2015) gibi delimitasyon için post-it kağıdında lastik örtü delik açıcısıyla 4 adet delik açmayı tercih ettik.

Adeziv rezin, tüpler yerleştirilmeden önce polimerize edilirse restorasyon marjininin ötesinde adeziv rezin parlamasının oluşacağı ve daha kalın ve homojen olmayan bir adeziv rezin kalınlığı meydana geleceği, restorasyon kenarlarında açıklık oluşacağı ve sonuç olarak kusurların ortaya çıkacağı belirtilmektedir ve bu durum test yönteminin bu aşamasını çok kritik hale getirmektedir (Armstrong ve diğerleri, 2010). Armstrong ve diğerlerinin (2010) önerileri doğrultusunda bu araştırmada kalıplar yerleştirilmeden önce adeziv uygulaması yapıp kalıp yerleştirildikten sonra polimerizasyon sağlandı.

Bağlanma dayanımı testlerinde kullanılan dentin yüzeyinin elde edildiği derinlik de bağlanma dayanımına etki eden faktörlerdendir. Hem süt hem de daimi dişlerde, yüzeyel dentinden, derin dentine doğru ilerledikçe bağlanma dayanımının azaldığı belirtilmiştir. Bu durumun sebepleri arasında, derin dentine doğru yaklaştıkça dentin tübül sayısının ve çapının artması ve intertübüler dentin yoğunluğunun azalması gösterilmektedir (Tagami ve diğerleri, 1990; Perinka ve diğerleri, 1992; Marshall ve diğerleri, 1997; Wang ve diğerleri, 2006). Aynı zamanda derin dentine doğru yaklaştıkça artan dentin tübül çapı sebebiyle, dentin yüzeyi daha fazla ıslanmakta ve bağlanma olumsuz yönde etkilenmektedir (Oliviera ve diğerleri, 2003). Bu sebeplerden dolayı araştırmamızın mikromakaslama deneyi örnekleri hazırlanırken, dişler bir mengene yardımıyla okluzal yüzeye yere paralel şekilde sabitlenip, okluzal yüzeydeki mine dokusunun tamamı ortadan kaldırılana kadar elmas separeler yardımıyla okluzal redüksiyon yapılarak orta derinlikte dentin yüzeyleri hazırlanmaya çalışılmıştır. Pulpa boynuzu açığa çıkan dişler deney dışı bırakılmıştır.

Elde edilen dentin yüzeylerinde oluşturulması istenen smear tabakasının standardizasyonu için ise 320-1200 gritlik silikon karbit zımparalar veya yüksek hızlı elmas aşındırıcıların kullanımı önerilmektedir. Ancak Furukawa ve diğerleri (2002) ile Gamborgi ve diğerleri (2007), smear hazırlığındaki farklılıkların bağlanma dayanımı testlerine etkisi olduğu bildirmiştir. Bu sebeplerden dolayı dentin yüzeyinin, ISO standartları temel alınarak, 220 ve

600 gritlik silikon karbid zımpara kağıtlarıyla smear tabakasının standardizasyonu sağlanmıştır (ISO/TS 11405, 2003).

In vitro çalışmalarda ağız içi ortamın hidrolitik yıkımını da taklit edebilmek amacıyla test örnekleri, kısa veya uzun dönem distile su içinde bekletilmektedir ya da termal siklus işlemine tabi tutulmaktadırlar. Test materyallerinin %100 nemli ortama dayanıp dayanamayacağını anlamak için 24 saat distile su içinde bekletilmesi önerilmektedir (ISO Technical Report 11405 1994). Price ve Hall (1999) ve Harnirattisai ve diğerleri (2012), iki aşamalı self-etch ajan Clearfil SE Bond'un 10. dakikadaki bağlanma dayanımının, 24 saat sonraki bağlanma dayanımına göre anlamlı derecede düşük olduğunu bildirdiklerinden, araştırmamızdaki adezyonu tamamlanmış örnekler, ISO'nun kısa süreli deney olarak tanımladığı yöntem temel alınarak 24 saat distile su içerisinde bekletildi.

McDonough ve diğerleri (2002), üç boyutlu sonlu elemanlar analizi kullanarak, numune boyutlarını ve kuvvet uygulama yerini optimize ederek kuvvet yüklemesi sırasındaki gerilme kuvvetlerinin en aza indirilebileceğini göstermiştir. Araştırmamızda kesici ucun adeziv arayüze en yakın noktasından kuvvet uygulamasına dikkat edilmiştir. Bunun yanında Ismail ve diğerleri (2021), mikro ve makro makaslama test yöntemlerinde, bıçak sırtı uç veya tel halka metodu ile kuvvet uygulanmasının ve substrat çapının değiştirilmesinin deney yönteminin sonuçlarına etkisini inceledikleri çalışmalarında, bıçak sırtı uç ile kuvvet uygulamanın ve substrat yüzey alanını 1mm^2 'nin altında tutmanın bağlanma dayanımı kuvvetini arttırdığını ve daha fazla adeziv başarısızlıkla sonuçlandığını yani adeziv arayüzünü daha iyi yansıttığını rapor etmişlerdir. Biz de araştırmamızda bıçak sırtı uç yardımıyla ISO standartlarına (ISO/TR 11405, 1994) uygun bir şekilde ve $0,5\text{ mm/dk}$ hızla, 1 mm^2 lik adeziv alanlara sahip örnekleri, kesme kuvveti uygulayarak mikromakaslama testine tabi tuttuk.

Süt dişlerinin sınıf V restorasyonlarında kavite dezenfektanı uygulamasının mikrosızıntıya etkisinin değerlendirildiği araştırma sayısı oldukça sınırlıdır. Etch and rinse adeziv sistemlerde, %2'lik CHX kavite dezenfeksiyon solüsyonunun mikrosızıntı skorları üzerine etkisinin değerlendirildiği çalışmalarda, %2'lik CHX kavite dezenfektanının mikrosızıntı skorlarını arttırdığı bildirilmiştir (Tulunoğlu ve diğerleri, 1998; Bahrolloomi ve diğerleri, 2019). Tulunoğlu ve diğerleri (1998), düşmek üzere olan süt köpek dişleri üzerinde yaptıkları bir in vivo araştırmada, iki aşamalı etch and rinse (Prime & Bond, Dentsply) ve

iki aşamalı self etch (Syntac, Ivoclar) adeziv sistemlerde, %2'lik CHX kavite dezenfektanı uygulamasının sınıf V kompozit restorasyonların kenar sızıntısını arttırdığını rapor etmiştir. Bahrololoomi, Salajeghe, Tiran (2019), süt köpek dişlerin sınıf V kavitelerinde iki aşamalı etch and rinse adeziv sistemlerde (Adper Single Bond 2, 3M ESPE), CHX kavite dezenfektanı uygulamasının mikrosızıntıyı arttırdığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda, Memarpour, Shafiei ve Moradian (2014), %2'lik CHX dezenfeksiyonunun süt köpek dişlerin sınıf V restorasyonlarında, self etch adezivlerde (Clearfil Protect Bond, Kuraray) ve etch and rinse adeziv sistemlerde (Adper Single Bond 2, 3M ESPE) asitle aşındırmadan sonra ve bonding uygulamasından önce uygulandığında kompozit restorasyonların mikrosızıntısını artırdığını bildirmiştir. Belirtilen araştırmalar süt dişlerinde %2'lik CHX kullanımının mikrosızıntı skorlarını arttırdığını bildirmektedir ve bu üç adet araştırma dışında süt dişi üzerinde literatürde başka kenar sızıntısı araştırmasına rastlanmamıştır. Araştırmamızın mikrosızıntı bulguları değerlendirildiğinde, kontrol ve CHX grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Okluzal ve gingival mikrosızıntı skorları gruplar içerisinde değerlendirildiğinde; kontrol ve CHX gruplarında gingival mikrosızıntının okluzal mikrosızıntıya göre anlamlı bir farklılık yaratmadığı izlenmiştir. Sonuçlar daimi dişlerde yürütülmüş olan bazı araştırmalarla paralelik göstermektedir (Türkün ve diğerleri, 2004b; Güneş ve diğerleri, 2014) ancak süt dişleri üzerinde yürütülen mevcut araştırmaların sonuçlarıyla örtüşmemektedir (Tulunoğlu ve diğerleri, 1998; Bahrolloomi ve diğerleri, 2019; Memarpour ve diğerleri, 2014). Meiers ve Shook (1996), kavite dezenfektanı olarak kullanılan %2'lik CHX'in adezyon üzerindeki etkilerinin kullanılan adeziv materyale özgü olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızdaki farklı sonuçların farklı adeziv sistemler kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Kavite dezenfektanı olarak borik asit uygulamasının, mikrosızıntı üzerine etkisinin incelendiği bir adet araştırma bulunmaktadır ve o da daimi köpek dişlerin sınıf V restorasyonlarında gerçekleştirilmiştir (Cangul, Yildirim, Bahsi, Sagmak, Satıcı, 2019). Bu araştırmada restorasyonun insizal mikrosızıntı değerlendirmesinde, en düşük mikrosızıntı seviyesine sahip grupların %3 ve %5 borik asit grupları, en yüksek mikrosızıntı seviyesine sahip grupların ise CHX grubu ve %1 borik asit grubu olduğu; gingival mikrosızıntı değerlendirilmesinde ise, en düşük mikrosızıntı seviyesinin %5 borik asit grubu ve en yüksek seviyelerin ise %1 ve %7 borik asit grubu olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar %3 lük ve %5 lik borik asit solüsyonlarının kavite dezenfektanı olarak kullanılmasının mikrosızıntı açısından risk teşkil etmediği sonucuna varmışlardır. Bu sonuçlara dayanarak biz de

çalışmamızda bu konsantrasyonlardaki borik asiti kullanmış olsak da; araştırmamızda kavite dezenfektanı olarak %3'lük ve %5'lik borik asit uygulamasının hem okluzal hem de gingival mikrosızıntıyı arttırdığı gözlenmiştir. Elde edilen farklı sonuçların, tek aşamalı self etch adeziv sistem kullanılmasından ve daimi dişler üzerinde gerçekleştirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmamızda CHX 'in mikromakaslama bağlanma dayanımı üzerine anlamlı bir etkisi olmadığı, %3'lük borik asit ve %5'lik borik asit solüsyonlarının ise mikromakaslama bağlanma dayanımını anlamlı derecede düşürdüğü tespit edilmiştir. Literatür taraması yapıldığında süt dişleri üzerinde, kavite dezenfeksiyonu işlemlerinin bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği araştırma sayısının sınırlı olduğu izlenmektedir (Ersin ve diğerleri, 2009; Kaptan ve Öztaş, 2013; de Sousa Vieira ve da Silva, 2003; Ricci ve diğerleri, 2010; Öznurhan ve diğerleri, 2015b; Ebrahimi ve diğerleri, 2018).

Süt dişi dentininde %2'lik CHX kavite dezenfeksiyon solüsyonu kullanımının, etch and rinse adeziv sistemlerde bağlanma dayanımını düşürdüğünü rapor eden bazı araştırmalar bulunmaktadır (Kaptan ve Öztaş, 2013; de Sousa Vieira ve da Silva, 2003). Kaptan ve Öztaş (2013), süt dentininde %2'lik CHX uygulamasının etch and rinse adeziv sistemlerde (Prime & Bond NT, Dentsply) kompomer restorasyonların mikrogerilim bağlanma dayanımını düşürdüğünü bildirmiştir. Aynı şekilde de Sousa Vieira ve da Silva (2003) ise %2'lik CHX uygulamasının, etch and rinse adeziv sistemlerde (Single Bond, 3M ESPE) kompozit restorasyonların makaslama bağlanma dayanımını düşürdüğünü rapor etmektedir. Bu araştırmalarda süt dişi dentini kullanılmış olsa da, etch and rinse adeziv sistemlerde yürüldüğü için araştırmamızla farklı sonuçlar gösterdiği düşünülmektedir.

Bunların süt dişi dentininde %2'lik CHX kavite dezenfeksiyon solüsyonu kullanımının, etch and rinse adeziv sistemlerde bağlanma dayanımını etkilemediğini belirten araştırmalar da bulunmaktadır (Ersin ve diğerleri, 2009; Ricci ve diğerleri, 2010; Öznurhan ve diğerleri, 2015b). Ersin ve diğerleri (2009) çürüklü ve çürüksüz süt azı dişlerinde, %2'lik CHX kavite dezenfektanı kullanımının mikro-gerilim bağlanma dayanımı üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. %2'lik CHX çözeltisinin yüksek vizkoziteli cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman ve iki aşamalı etch and rinse (Prime Bond NT, Dentsply) adeziv ile birlikte kullanılan kompozit rezinin mikro-gerilim bağlanma dayanımına bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir. Ancak çürüklü dentinde bağlanma

kuvvetinin daha düşük olduğu bildirilmiştir. Ricci ve diğerleri (2010), süt dişlerinin kompozit restorasyonlarında etch and rinse adeziv sistem (Prime & Bond NT, Dentsply) kullanıldığında, %2'lik CHX uygulamasının anlık ve uzun dönem mikrogerilim bağlanma dayanımını değerlendirdikleri araştırmalarında, CHX'in anlık mikrogerilim bağlanma dayanımını değiştirmediği uzun dönemde ise bağlanma dayanımındaki düşüşü azalttığı bildirilmiştir. Aynı şekilde, Öznurhan ve diğerleri (2015b), süt dişi dentininin kompozit restorasyonlarında etch and rinse adezivlerden (Prime & Bond NT, Dentsply) önce %2'lik CHX kavite dezenfektanı uygulamasının, mikrogerilim bağlanma dayanımı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. %2'lik CHX kavite dezenfeksiyon solüsyonunun süt dişlerinde bağlanma dayanımını değiştirmediğini bildiren bu makaleler etch and rinse adeziv sistemler üzerinde araştırılmıştır.

Süt dişi dentininde %2'lik CHX uygulamasının, self etch adezivler kullanıldığında, kompozit restorasyonların bağlanma dayanımına etkisini değerlendiren yalnızca bir adet araştırma bulunmaktadır (Ebrahimi ve diğerleri, 2018). Ebrahimi ve diğerlerinin (2018), CHX'in self etch (Clearfil SE Bond, Kuraray) ve etch and rinse adeziv sistemler (Single Bond, 3M ESPE) üzerindeki etkisini değerlendirdiği yakın zamanlı bir araştırmada, %2'lik CHX kavite dezenfektanı uygulamasının self etch adeziv sistemlerdeki makaslama bağlanma dayanımını anlamlı bir şekilde değiştirmediği rapor edilmiştir. Bu durum CHX'in mükemmel bir rewetting ajanı olması ve diş yapılarına yüksek afinite göstermesiyle açıklanmıştır. Araştırmamızda da, CHX kavite dezenfektanı uygulamasının, süt dişi dentininde ve self etch adeziv kullanımında, mikromakaslama bağlanma dayanımı skorlarını anlamlı olarak değiştirmediği sonucuna varılmıştır ve bu araştırmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Daimi dişler üzerinde yürütülmüş olan birçok araştırma da bu sonuçları destekler niteliktedir (de Castro ve diğerleri, 2003; Mobarak ve diğerleri, 2010; Mobarak, 2011; Sacramento ve diğerleri, 2012; Chaharom ve diğerleri, 2012).

Yapılan bağlanma dayanımı testlerinin birçoğunda elde edilen bağlanma kuvveti değerlerinin, bağlanan maddenin kendi koheziv kuvvetinden çok daha düşük olduğu ve bu sebeple daha çok adeziv kopmalarla karşılaşılması gerektiği düşünülürken, test örneklerinde yüksek oranda koheziv kopmalara rastlandığı bildirilmiştir. Araştırmalarda dentinde yüksek oranda oluşan koheziv kopmalar ve elde edilen bağlanma dayanımı değerlerinin, sağlam dentinin iç koheziv kuvvetlerinden daha düşük olması, oluşan kopmanın dentinin zayıflamış bir bölgesinde gerçekleştiği anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bağlanma dayanımı

testlerinde elde edilen değerler düşük olsa dahi dentinde koheziv kopmalar görülebilmektedir (Pashley, 1995). Zayıf adeziv sistemlerin kullanıldığı bağlanma dayanımı testlerinde oluşan kopma tipinin genellikle adeziv kopma olduğu belirtilmiştir ve dentinde oluşan koheziv kopmanın daha çok kuvvetli adeziv sistemlerde oluştuğunu ve adeziv sistemin başarısına bir işaret olabileceğini rapor eden araştırmalar bulunmaktadır (Triolo ve Swift, 1992; Mason ve diğerleri, 1996; Al Qahtani ve diğerleri, 2003). Dentin veya kompozit rezinin kendisinde oluşan koheziv kopmanın, dentin ve kompozit rezin arasındaki iyi bağlanmayı belirttiği ve yüksek bağlanma dayanımı değerlerinde daha çok dentindeki koheziv kopmaların ve karışık kopmaların görüldüğü bildirilmektedir (Price ve diğerleri, 2003). Araştırmamızda mikromakaslama testi sonrasında gözlenen kopma tiplerinin görülme oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Adeziv kopmalar değerlendirildiğinde kontrol grubu ile %2'lik klorheksidin grubu arasında farklılık gözlenmezken, %3'lük borik asit ve %5'lik borik asit gruplarında adeziv kopmanın daha yüksek seviyede oluştuğu görülmüştür. Kontrol ve %2'lik klorheksidin gruplarında daha fazla oranda dentin koheziv kopmasına rastlanması ise kontrol ve %2'lik klorheksidin gruplarında bağlanmanın diğer gruplardan daha yüksek kuvvetlerde oluştuğunu göstermektedir.

Literatür incelemesi sonucunda borik asit kavite dezenfektanının bağlanma dayanımı üzerine etkisinin değerlendirildiği, oldukça sınırlı sayıda (Aktürk ve diğerleri, 2019; Ercan ve diğerleri, 2015; Sonkaya ve Kurklu, 2021; Tachibana, Morimoto, de Azevedo, Matos, 2014; Ulgey ve diğerleri, 2021) araştırma bulunmaktadır ve daimi dişlerde planlanmıştır. Kavite dezenfektanlarının uygulanma yöntemlerinin, self-etch sistemlerde mine ve dentine bağlanma sürecini etkileyip etkilemediğinin incelendiği bir araştırmada, mineye uygulanan %4'lük borik asit ve %0,4'lük hipoklorit içeren Dakin solüsyonunun bağlanma kuvvetini arttırdığı rapor edilmiştir (Tachibana, Morimoto, de Azevedo, Matos, 2014). Ancak Ercan ve diğerleri (2015), çekilmiş daimi molar dişlere ozon, %2'lik CHX solüsyonu ve %5'lik borik asit solüsyonu ile kavite dezenfektanı uygulamasının, tek aşamalı self-etch adeziv sistemlerde makaslama bağlanma kuvvetine etkisini değerlendirmişlerdir. Kontrol grubunun makaslama bağlanma kuvvetinin ozon grubu ile benzer bulunduğu, CHX ve borik asit gruplarının ise bağlanma değerlerinin birbirine yakın ancak kontrol grubundan da daha düşük oldukları rapor edilmiştir. Aksine Aktürk ve diğerleri (2019), 3 farklı kavite dezenfektanı ve 3 farklı adeziv sistemin, mikromakaslama bağlanma dayanımına etkisini incelemişlerdir. İnsan daimi 3. molar dişlerin kullanıldığı araştırmada %2'lik CHX, 10

ppm'lik ozonize su ve %5'lik borik asit solüsyonu kavite dezenfektanı olarak kullanılmıştır. Self-etch ve universal adeziv sistemlerinin uygulandığı araştırmada, 2%'lik CHX solüsyonunun, ozonize su, borik asit ve kontrol grubuna göre en yüksek bağlanma kuvvetini gösterdiği tespit edilmiştir. Bu araştırmada bizim araştırmamızdan farklı olarak, daimi dişte CHX'in bağlanmayı arttırdığı gösterilmiştir ve bu durum CHX'in mükemmel bir rewetting ajanı olması ve diş yapılarına yüksek afinite göstermesiyle açıklanmıştır. 10 ppm'lik ozonize su ve %5'lik borik asit solüsyonunun kavite dezenfektanı olarak bir alternatif olabileceği belirtilmiştir. Ancak bu araştırmalar daimi dişler üzerinde yürütülmüştür. Araştırmamız süt dişlerindeki ilk borik asit araştırması olduğu için diğer araştırmalarla mukayesesi oldukça zordur. Araştırmamızın sonuçları önceki araştırmalarla paralellik göstermemektedir. Araştırmamızda, borik asitin kendisinin de bir organik asit olması sebebiyle hibrit tabakayı kalınlaştırdığı ve smear tabakasının yapısını değiştirdiği ve bu sebepler sonucunda da mikromakaslama bağlanma dayanımı skorlarında düşüşe sebep olduğu düşünülmüştür.

Sunulan tez çalışmasının tüm verileri değerlendirildiğinde; self etch adezivlerden önce klorheksidin kavite dezenfektanı uygulamasının, süt dişlerinde bağlanma dayanımını düşürmediği ve kenar sızıntısını anlamlı bir şekilde arttırmadığı, sekonder çürük oluşumunu ve postperatif duyarlılığı azaltabileceği ve dolayısıyla restorasyonun ömrünü uzatabileceği düşünülmektedir. Araştırmamızda borik asit solüsyonlarının süt dişlerinde ve self etch adeziv sistemlerde, kenar sızıntısını arttırdığı ve bağlanma dayanımını düşürdüğü gözlenmiştir. Kavite dezenfektanı kullanımı ile ilgili süt dişleri üzerinde daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu görülmektedir.

6. SONUÇ

Süt molar dişlerin sınıf V kavitelerinin kompozit restorasyonlarında, iki aşamalı self etch adeziv sistemlerde (Clearfil SE Bond) kavite dezenfektanı olarak kullanılan %2'lik klorheksidin kavite dezenfeksiyon solüsyonu, %3'lük borik asit solüsyonu ve %5'lik borik asit solüsyonunun mikrosızıntı ve mikromakaslama bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği bu tez araştırmasının bulgularına göre;

- Mikrosızıntı deney gruplarında; Kontrol ve %2'lik klorheksidin grupları arasında mikrosızıntı skorları açısından anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Bu bulgu uygulanan %2'lik klorheksidin kavite dezenfektanının kenar sızıntısına anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermiştir.
- %3'lük borik asit ve %5'lik borik asit gruplarının mikrosızıntı skorlarının ise diğer gruplara göre anlamlı şekilde yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Bu bulgu da uygulanan %3'lük ve %5'lik borik asit dezenfeksiyon solüsyonunun, restorasyonun kenar sızıntısını arttırdığını göstermiştir.
- Mikrosızıntı deneyinde, Kontrol ve %2'lik klorheksidin gruplarında okluzal ve gingival mikrosızıntı skorları açısından bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Ancak %3'lük borik asit ve %5'lik borik asit gruplarında gingival mikrosızıntı skorları okluzal mikrosızıntı skorlarından anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).
- Mikromakaslama deney gruplarında; Kontrol ve %2'lik klorheksidin grupları arasında mikromakaslama bağlanma dayanımı skorları açısından anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Bu bulgu uygulanan %2'lik klorheksidin kavite dezenfektanının restorasyonun bağlanma kuvvetini tehlikeye atmadığını göstermiştir.
- %3'lük borik asit ve %5'lik borik asit gruplarının mikromakaslama bağlanma dayanımı skorlarının ise kontrol grubuna göre anlamlı bir şekilde düşük olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). Bu bulgu uygulanan %3'lük ve %5'lik borik asit dezenfeksiyon solüsyonunun restorasyonun bağlanma kuvvetini düşürdüğünü göstermiştir.
- Kontrol ve CHX gruplarında, %3'lük borik asit ve %5'lik borik asit gruplarına göre daha az sayıda adeziv kopma ve daha fazla sayıda koheziv kopma gözlenmiştir. Bu bulgu kontrol ve CHX gruplarında bağlanma dayanımının daha yüksek olduğunu desteklemektedir.

Bu bilgiler ışığında, %2'lik klorheksidin solüsyonlarının süt dişlerinin kavite dezenfeksiyonunda kullanıldığında restorasyonun bağlanma dayanımını ve mikrosızıntı skorlarını değiştirmeyeceği görüldüğünden güvenle kullanılabilirliği düşünülmüştür. Borik asit solüsyonlarının ise adezyona etki edebileceği ve bağlanma dayanımını düşürebileceği sonucuna varılmıştır. Ancak literatürde CHX'in kavite dezenfektanı olarak değerlendirildiği birçok araştırma bulunmasına rağmen borik asit solüsyonlarıyla ilgili araştırma sayısı oldukça sınırlıdır. Yapılacak in vivo ve in vitro araştırmalarla da süt dişlerinde klorheksidin ve borik asit üzerinde daha fazla araştırma yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

- Abo, T., Uno, S., and Sano, H. (2004). Comparison of bonding efficiency of an all in one adhesive with a self etching primer system. *European Journal of Oral Sciences*, 112(3), 286-292.
- Achong, R.A., Briskie, D.M., Hildebrant, G.H., Feigal, R.J., and Loesche, W.J. (1999). Effect of chlorhexidine varnish mouth guards on the levels of selected oral microorganisms in pediatric patients. *Pediatric Dentistry*, 21, 169-175.
- Akbay Oba, A., Göçmen, J.S, Şaroğlu Sönmez, I., Yıldırım, M., and Ermen, M. (2009). Yeni nesil self etch adeziv sistemlerin antibakteriyel özelliklerinin karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 36(1), 7-13.
- Akman, M., Belli, S., Olcay, K., and Özçopur, B., (2016). The effect of boric acid on root dentin mineral content and bond strength of ah-plus: A SEM-EDX study. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Science*, 22(1),14-20.
- Aktürk, E., Bektaş, O., Özkanoglu, S., and Akın, E.G. (2019). Do ozonated water and boric acid affect to bond strength to dentin in different adhesive systems. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 22, 12.
- Al Qahtani, M. Q., Platt, J. A., Moore, B. K., and Cochran, M. A. (2003). The effect on shear bond strength of rewetting dry dentin with two desensitizers. *Operative Dentistry*, 28(3), 287-296.
- Al-Abachi, B. M., Shreef, A. Y., and Abachi, F. T. (2019). Antimicrobial Screening Tests of Boric acid with Fluoroquinolones or Meropenem in some ophthalmic preparations. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 7(9), 94-150.
- Al-Angari, S.S., Hara, A.T., Chu, T.M., Platt, J., Eckert, G. and Cook, N.B. (2014). Physicomechanical properties of a zinc-reinforced glass ionomer restorative material. *Journal of Oral Science*, 56(1) 11-16.
- Albay, A. (2005). El antiseptiklerinde cilt koruyucu maddeler: Katkıları nelerdir? Antiseptik etkinliğinde değişiklik yapar mı? El antiseptiklerinde kombinasyonlar. M.Günaydın, A. Saniç ve B. Gürler (Editörler). *Farkları nelerdir?* Ankara. Bilimsel Tıp Yayınevi, 41-58.
- AlHabdan, A. A. (2017). Review of microleakage evaluation tools. *Journal of International Oral Health*, 9(4), 141.
- Almahdy, A., Koller, G., Sauro, S., Bartsch, J.W., Sherriff, M., Watson, T.F., and Banerjee, A. (2012). Effects of MMP inhibitors incorporated within dental adhesives. *Journal of Dental Research*, 91(6) 605-611.
- Al-Omari, W.M., Al-Omari, Q.D., and Omar, R. (2006). Effect of cavity disinfection on postoperative sensitivity associated with amalgam restorations. *Operative Dentistry*, 31(2), 165-170.

- Al-Salehi, S. K., and Burke, F. J. T. (1997). Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. *Quintessence International*, 28(11), 717-723.
- Altun, C. (2005). Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. *Gülhane Tıp Dergisi*, 47(1), 77-82.
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2005-2006). Policy on early childhood caries (ECC): classifications, consequences, and preventive strategies. *Pediatric Dentistry*, 27(7), 31-3.
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2013). Guideline on pediatric restorative dentistry. *Pediatric Dentistry*, 35(special issue), 226-234.
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2014). Guideline on caries risk assessment and management for infants, children, and adolescents. *Pediatric Dentistry*, 36(special issue), 127-134.
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2015-2016). Guideline of restorative dentistry. *Clinical Practice Guidelines*, 37, 6.
- Angker, L., Swain, M.V., and Kilpatric, N. (2003). Micro-mechanical characterisation of the properties of primary tooth dentine. *Journal of Dentistry*, 31, 261-267.
- Anusavice, K.J. (1998). Management of dental caries as a chronic infectious disease. *Journal of Dental Education*, 62, 791-802.
- Apolonio, F.M., de Souza, L.C., e Silva, F.C.F.A., Yamauti, M., Breschi, L., and Vicente de Paulo Aragão Saboia, V. (2015). Evaluation of resin/dentin bonded interfaces formed by different adhesive strategies and exposed to NaOCl challenge. *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 59, 21-26.
- Arıkan, V., Memiş, B., ve Öz, F. (2011). Çocuk diş hekimliğinde adeziv sistemlerin klinik kullanımı. *Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri Özel Dergisi*, 2(2), 41-47.
- Arisu, H.D., Eliguzeloglu, E., Uctasli, M.B., Omurlu, H., and Turkoz, E. (2009). Effect of multiple consecutive adhesive coatings on microleakage of class V cavities. *European Journal of Dentistry*, 3, 178-184.
- Armstrong, S., Geraldeli, S., Maia, R., Raposo, L. H. A., Soares, C. J., and Yamagawa, J. (2010). Adhesion to tooth structure: a critical review of “micro” bond strength test methods. *Dental Materials*, 26(2), 50-62.
- Armstrong, T.A., Spears, J.W., Crenshaw, T.D., and Nielsen, F.H. (2000). Boron supplementation of a semipurified diet for weanling pigs improves feed efficiency and bone strength characteristics and alter plasma lipid metabolites. *The Journal of Nutrition*, 130(10), 2575-2581.
- Arslan, S., Yazici, A.R., Gorucu, J., Ertan, A., Pala, K., Ustun, Y., Antonson, S.A., and Antonson, D.E. (2011) Effects of different cavity disinfectants on shear bond strength of silorane-based resin composite. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 12, 279-286.

- Arslan, S., Yazici, A.R., Gorucu, J., Pala, K., Antonson, D.E., Antonson, S.A., and 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.
- Arslan, U., Bozkurt, S.B., Hakkı, E.E., Fındık, D., and Hakkı S.S. (2010). *Boric acid as a promising antibacterial agent for clinical usage*. 4th International Symposium on Trace Elements and Minerals in Medicine and Biology, St. Petersburg, Russia, 86.
- Atabek D., and Oztas N. (2011). Effectiveness of ozone with or without the additional use of remineralizing solution on non-cavitated fissure carious lesions in permanent molars. *European Journal of Dentistry*, 5(4), 393-399.
- Ateyah, M., and Akpata, E. (2000). Factors affecting shear bond strength of composite resin to fluorosed human enamel. *Operative Dentistry*, 25(3), 216-222.
- Atieh, M. (2008). Stainless steel crown versus modified open-sandwich restorations for primary molars: A 2-year ran-domized clinical trial. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 18(5), 325-332.
- Audus, K.L., Tavakoli Saberi, M.R., Zheng, H., and Boyce, E.N. (1992). Chlorhexidine effects on membrane lipid domains of human buccal epithelial cells. *Journal of Dental Restoration*, 19, 1298-303.
- Autio Gold, J.T., and Tomar, S.L. (2005). Prevalence of noncavitated and cavitated carious lesions in 5-year-old head start schoolchildren in Alachua County, Florida. *Pediatric Dentistry*, 27, 54-60.
- Azarpazhooh, A., and Limeback, H. (2008). The application of ozone in dentistry: A systematic review of literature. *Journal of Dentistry*, 36(2), 104-116.
- Bagg, J., MacFarlane, T.W., Poxton, I.R., Smith, A.J., Bagg, S. (2006). *Dental caries*. In J. Bagg, T. W. MacFarlane, I. R. Poxton and A. J. Smith (Eds.). *Essentials of microbiology for dental students* Second Edition. London, England: Oxford University Press, 237-257.
- Bağış, Y.A. ve Ertaş, E. (2000). Kompozit restorasyonların yapımından önce ve sonra uygulanan vital ağartma işlemlerinin mikrosızıntı üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 27, 137-142.
- Bahrololoomi, Z., Salajeghe, S., Shahini Tiran, S. (2019). Effect of two disinfecting agents on the microleakage of resin-based composite restorations in primary teeth. *Journal of Dental Materials and Technology*, 8(3), 107-113.
- Bakken, N.A., Hunt, C.D. (2003). Dietary boron decreases peak pancreatic in situ insülin release in chicks and plasma insülin concentrations in rats regardless of vitamin D or magnesium status. *The Journal of Nutrition*, 133, 3577-3583.
- Balto, H., Ghandourah, B., and Al-Sulaiman, H. (2012). The efficacy of *Salvadora persica* extract in the elimination of intracanal smear layer: SEM study. *The Saudi Dental Journal*, 24(2), 71-77.

- Bansal, S., and Tewari, S. (2008). Ex vivo evaluation of dye penetration associated with various dentine bonding agents in conjunction with different irrigation solutions used within the pulp chamber. *International Endodontic Journal*, 41(1)1, 950-957.
- Baracco, B., Fuentes, M., Garrido, M. A., Gonzalez-Lopez, S., and Ceballos, L. (2013). ISO/TS 11405: Dental materials-testing of adhesion to tooth structure. ISO/TS 11405: Dental materials-testing of adhesion to tooth structure, 2003. *Odontology*, 101(2), 177-185.
- Barkhordar, R.A., Kempler, D., and Plesh, O. (1997). Effect of non-vital tooth bleaching on microleakage of resin composite restorations. *Quintessence International*, 28, 341-344.
- Barkmeier, W., and Cooley, R., L. (1989). Resin adhesive systems: in vitro evaluation of dentin bond strength and marginal microleakage. *International Journal of Esthetic Dentistry*, 1(2), 67-72.
- Barkmeier, W.W., Hammesfahr, P.D., and Latta, M.A. (1999). Bond strength of composite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1. *Operative Dentistry*, 24, 51-56.
- Barranco, W., and Eckhert, C. (2004). Boric acid inhibits prostate cancer cell proliferation. *Cancer Letters*, 216,1, 21-29.
- Başkan, M.B., and Atalay, N. (2014). İçme ve sulama sularında bor kirliliği ve bor giderme yöntemleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20, 78-84.
- Baum, L., Phillips, R.W., and Lund, M.R. (1995). *Textbook of operative dentistry*, 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 123.
- Baumgartner, J.C., and Mader, C.L. (1987). A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *Journal of Endodontics*, 13, 147-157.
- Bayne, S.C., and Wilkerson, M. (1998). A Charecterization of first Generation Flowable Composites. *Journal of American Dentistry Association*, 129,567-577.
- Bayne, S.C., Thompson, Y. J., and Swift E. J. (1998). A chareacterization of first-generation flowable composites. *Journal of American Dentistry Association*, 129, 567-577.
- Baysan, A., Whiley, R.A., and Lynch, E. (2000). Antimicrobial effect of novel ozone generating device on microorganisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Research*, 34, 498-501.
- Baysan, A., Yalcin Cakir, F., Gurgan, S., and Whiley, R.A. (2009). Reduction in bacteria in infected dentin by antimicrobial bonding agent. *Journal of Dental Research*, 88, 91.
- Beauchamp, J., Caufield, P.W., and Crall, J.J. (2008). Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: A report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *Journal of American Dental Association*, 139(3), 257-268.

- Benderdour, M., Bui-Van, T., Dicko, A., and Belleville, F. (1998). In vivo and in vitro effects of boron and boronated compounds. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 12,1, 2-7.
- Berber, V.B., Gomes, B.P.F.A., Sena, N.T., Vianna, M.E., Ferraz, C.C.R., Zaia, A.A., Souza and Filho, F.J. (2006). Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *International Endodontic Journal*, 39, 10–17.
- Berkmen, B., Arhun, N., and Yamanel, K. (2019). Adeziv Sistemlerin Sınıflandırılması. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 46(2),115-126.
- Bhardwaj, A., Ballal, S., and Velmurugan, N. (2012). Comparative evaluation of the antimicrobial activity of natural extracts of *Morindacitrifolia*, papain and aloe vera (all in gel formulation), 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide, against *Enterococcus faecalis*: An *in vitro* study. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(3), 293-297.
- Bin-Shuwaish, M.S. (2016). Effects and effectiveness of cavity disinfectants in operative dentistry: A literature review. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(10), 867-879.
- Bouschlicher, M.R., Reinhardt, J.W., and Vargas, M.A. (1997). Surface treatment techniques for resin composite repair. *American Journal of Dentistry*, 10(6), 279-83.
- Bowen, R.L., and Marjenhoff, W.A. (1993). Adhesion of composites to dentin and enamel. *Journal of the California Dental Association*, 21(6), 19-22.
- Brackett, M. G., Tay, F. R., Brackett, W. W., Dib, A., Dipp, F. A., Mai, S., and Pashley, D. H. (2009). In vivo chlorhexidine stabilization of hybrid layers of an acetone-based dentin adhesive. *Operative Dentistry*, 34(4), 379-383.
- Brackett, W.W., Covey, D.A., and St Germain Jr, H.A. (2002). One-year clinical performance of a self-etching adhesive in class V resin composites cured by two methods. *Operative Dentistry Journal*, 27(3), 218-222.
- Brackett, W.W., Tay, F..R., Brackett, M.G., Dib, A., Sword, R.J., and Pashley, D.H. (2007). The effect of chlorhexidine on dentin layers in vivo. *Operative Dentistry*, 32(2), 107-111.
- Brannström, M. (1989). The cause of postoperative sensitivity and its prevention. *Journal of Endodontics*, 10, 475-481.
- Brännström, M., and Nyborg, H. (1971). Pulp reaction to fluoride solution applied to deep cavities: an experimental histological study. *Journal of Dental Research*, 50(6), 1548-1552.
- Brannström, M., and Nyborg, H. (1973). Cavity treatment with a microbial fluoride solution: Growth of bacteria and effect on the pulp. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 30, 303-310.

- Brannström, M., Nordenwall, K.J., and Glantz, P.O. (1980). The effect of EDTA-containing surface- active solutions on the morphology of prepared dentin. *Journal of Dental Research*, 59, 1127-1131.
- Breschi, L., Cammelli, F., Visintini, E., Mazzoni, A., Vita, F., Carrilho, M., Cadenaro, M., Foulger, S., Mazzoti, G., and Tay, F.R. (2009). Influence of chlorhexidine concentration on the durability of etch-and-rinse dentin bonds: a 12-month in vitro study. *Journal of Adhesive Dentistry*, 11(3) 191-198.
- Burgess, J.O., Walker, R., and Davidson, J.M. (2002). Posterior resin based composite: Review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 465-479.
- Burrow, M.F., Nopnakeepong, U., and Phrukkanon, S. (2002). A comparison of microtensile bond strengths of several dentin bonding systems to primary and permanent dentin. *Dental Materials*, 18, 239-245.
- Cadenaro, M., Delise, C., Antoniolo, F., Navarra, O.C., Di Lenarda, R., and Breschi, L. (2009). Enamel and dentin bond strength following gaseous ozone application. *Journal of Adhesive Dentistry*, 11, 287-292.
- Cangul, S., Yildirim, Z.S., Bahsi, E., Sagmak, S., and Satici, O. (2019). Do ozone and boric acid affect microleakage in class V composite restorations? *Ozone: Science & Engineering*, 41(1), 92-101.
- Carper, S., Elegbede, A., Hall, C., Shen, S., and Meacham, S. (2007). Boric acid induces apoptosis in both prostate and breast cancer cell lines. *Cancer Research*, 67, 9.
- Carrilho, M.R., Carvalho, R.M., de Goes, M.F., di Hipólito, V., Geraldeli, S., and Tay, F.R. (2007). Chlorhexidine preserves dentin bond in vitro. *Journal of Dental Research*, 86, 90-94.
- Carvalho, A.P.M.C., and Turbino, M.L. (2009). Can previous acid etching increase the bond strength of a self-etching primer adhesive to enamel? *Brazilian Oral Research*, 23, 169-174.
- Carvalho, R., M., Mendonça, J., S., Santiago, S., L., Silveira, R., R., Garcia, F., C., Tay, F., R., and Pashley, D., H. (2003). Effects of HEMA/solvent combinations on bond strength to dentin. *Journal of Dental Research*, 82(8), 597-601.
- Cavalcanti, A. N., De Lima, A. F., Peris, A. R., Mitsui, F. H. O., and Marchi, G. M. (2007). Effect of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19(2), 90-99.
- Cecchin, D., Farina, A.P., Giacomini, M., de Mattos Pimenta Vidal, C., Bruno Carlini, B.-Jr, and Ferraz, C.C.R. (2014). Influence of chlorhexidine application time on the bond strength between fiber posts and dentin. *Journal of Endodontics*, 40(12), 2045-2048
- Cengiz, T. (1990). *Bölüm 4: Biyokimyasal yapı, Endodonti*. 3. Baskı İzmir: Barış Yayınları, 43-46.

- Cha, H.S., and Shin, D.H. (2016). Antibacterial capacity of cavity disinfectants against *Streptococcus mutans* and their effects on shear bond strength of a self-etch adhesive. *Dental Material Journal*, 35(1), 147-152.
- Chaharom, M.E.E., Ajami, A.A., Kimyai, S., and Abbasi, A. (2011). Effect of chlorhexidine on the shear-bond strength of self-etch adhesives to dentin. *African Journal of Biotechnology*, 10, 49.
- Chai, Y., Lin, H., Zheng, G., Zhang, X., Niu, G., and Du, Q. (2015). Evaluation of the micro-shear bond strength of four adhesive systems to dentin with and without adhesive area limitation. *Bio-Medical Materials and Engineering*, 26(1), S63-S72.
- Chan, D.C.N., and Lo, W.W. (1994). Residual antimicrobial action of benzalkonium chloride containing etchant. *Journal of Dental Research*, 73, 226.
- Chang, Y.E., and Shin, D.H. (2010). Effect of chlorhexidine application methods on mikrotensile bond strength to dentin in class 1 cavities. *Operative Dentistry*, 35-6, 618-623.
- Cheetham, J. J., Palamara, J. E., Tyas, M. J., and Burrow, M. F. (2013). A comparison of the micro-shear bond strength and failure mode of non-enclosed and mold-enclosed luting cements bonded to metal. *Dental Materials Journal*, 32(6), 896-905.
- Chen, H.Y., Manhart, J., Hickel, R., and Kunzelmann, K.H. (2001). Polymerization contraction stress in lightcured packable composite resins. *Dental Materials*, 17(3), 253-259.
- Cocco, A.R., de Oliveira da Rosa, W.L., da Silva, A.F., Lund, R.G., and Piva, E. (2015). A systematic review about antibacterial monomers used in dental adhesive systems: Current status and further prospects. *Dental Materials*, 31(11), 1345-1362.
- Collares, F. M., Rodrigues, S. B., Leitune, V. C., Celeste, R. K., Borba de Araújo, F., and Samuel, S. M. (2013). Chlorhexidine application in adhesive procedures: a meta-regression analysis. *Journal of Adhesive Dentistry*, 15(1), 11-8.
- Courson, F., Bouter, N., Ruse, N.D., and Degrange, M. (2005). Bond Strength of nine current dentin adhesive systems to primary and permanent teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*, 32, 296-303.
- Crim, A.G. (1992). Prerestorative bleaching effect on microleakage of class V Cavities. *Quintessence International*, 23, 823-825.
- Cui, Y., Winton, M.I., Zhang, Z.F., Rainey, C., Marshall, J., and DeKernion, J.B. (2004). Dietary boron intake and prostate cancer risk. *Oncology Reports*, 11(4), 887-892.
- Cunningham, M.P., and Meiers, J.C. (1997). The effect of dentin disinfectants on shear bond strength of resin-modified glass-ionomer materials. *Quintessence International*, 28, 545-551.
- Cury, J.A., and Tenuta, L.M.A. (2009). Enamel remineralization: controlling the caries disease or treating early caries lesions. *Brazilian Oral Research*, 23, 23-30.

- Çebi, H., Yersel, E., (1994). DPT VII. *Beş Yıllık Kalkınma Planı, Özel ihtisas Alt Komisyonu, Endüstriyel Hammaddeler Raporu (Bor Madenleri)*, İzmir: Etibank Bor Araştırma Merkezi Yayını, 14.
- Çehreli, S.B. (2015). Erken çocukluk çağı çürüğünde rol oynayan faktörler. *Türkiye Klinikleri Çocuk Diş Hekimliği*, 1, 55-59.
- Çehreli, S.B., Yalcinkaya, Z., Guven-Polat, G., and 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.
- Çelik, C., Özel, Y., Bağış, B., and 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.
- Çınar, Ç. 2011. Çocuk Diş hekimliğinde adeziv sistemlerin tarihsel gelişimi ve sınıflandırılması. *Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri Özel Dergisi*, 2(2),1-7.
- Çulhaoğlu, A.K., Özcan, E., Kılıçarslan, M.A., and Şeker, E. (2017). Effect of boric acid versus conventional irrigation solutions on the bond strength fiber post and root dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*. 19, 137-146.
- da Silva, N.R., Calamia, C.S., Coelho, P.G., Carrilho, M.R., de Carvalho, R.M., and Caufield, P. (2006). Effect of 2% iodine disinfecting solution on bond strength to dentin. *Journal of Applied Oral Science*, 14, 399-404.
- Dallı, M., İnce, B., Şahbaz, C., Bahşi, E., Çolak, H., Zorba, Y.O., and Ercan E. (2009). Sınıf V kaviterlerde dezenfektanların mikrosızıntı üzerine etkisi: in-vitro araştırma. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 19(1),14-19.
- Daooda, D., Yia, C.K.Y., Burrow, M.F., Niu, L.N., and Tay, F.R. (2017). Effect of a novel quaternary ammonium silane cavity disinfectant on durability of resin–dentine bond. *Journal of Dentistry*, 60, 77–86.
- Dayangaç, B. (2000). *Kompozit rezin restorasyonlar. 2. Bölüm: Bonding sistemleri*. Ankara: Güneş Kitabevi, 21-39.
- Dayangaç, G.B. (2011). *Kompozit restorasyonlar*. Ankara: Güneş Kitabevi Ltd. Şti, 25-57.
- de Almeida Rodrigues, P., de Souza Franco Nassar, R., da Silva, T.S., Pedrinha, V.F., and Alexandrino, L.D. (2019). Effects of different naocl concentrations followed by 17% EDTA on dentin permeability. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 20(7), 838-841.
- de Campos, E.A., Correr, G.M., Leonardi, D.P., Pizzatto, E., and Morais, E.C. (2009). Influence of chlorhexidine concentration on microtensile bond strength of contemporary adhesive systems. *Brazilian Oral Research*, 23(3), 340-345.
- de Castro, F.L., de Andrade, M.F., Duarte Júnior, S.L., Vaz, L.G., and Ahid, F.J. (2003). Effect of 2% chlorhexidine on microtensile bond strength of composite to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 5, 129-138.

- de Sousa Farias, S.S., Nemezio, M.A., Corona, S.A., Aires, C.P., and Borsatto, M.C. (2016). Effects of low-level laser therapy combined with toluidine blue on polysaccharides and biofilm of *Streptococcus mutans*. *Lasers in Medical Science*, 31(5), 1011-1016.
- De Sousa Vieira, R.S., and da Silva, I.A. (2003). Bond strength to primary tooth dentin following disinfection with a chlorhexidine solution: an in vitro study. *Pediatric Dentistry*, 25, 49-52.
- de-Melo, M.A.S., Goes, D.D.C., de-Moraes, M.D.R., Santiago, S.L., and Rodrigues, L.K.A. (2013). Effect of chlorhexidine on the bond strength of a self-etch adhesive system to sound and demineralized dentin. *Brazilian Oral Research*, 27, 218-224.
- Demirci, S., Kaya, M.S., Doğan, A., Kalay, Ş., Altın, N.Ö., Yarat, A., Akyüz, S.H., Şahin, F. (2015). Antibacterial and cytotoxic properties of boron-containing dental composite. *Turkish Journal of Biology*, 39, 417-426.
- Demirtaş A. (2006). Bor bileşikleri ve tarımda kullanım alanları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37, 111-115.
- Devirian, T.A., and Volpe, S.L. (2003). The physiological effects of dietary boron. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(2), 219-231.
- Dhar, V., and Chen, H. (2012). Evaluation of resin based and glass iono-mer based sealants placed with or without tooth preparation-A two year clinical trial. *Pediatric Dentistry*, 34(1), 46-50.
- Dhar, V., Hsu, K.L., Coll, J.A., Ginsberg, E., Ball, B.M., Chhibber, S., Johnson, M., Kim, M., Modaresi, N. and Tinanoff, N. (2015). Evidence-based update of pediatric dental restorative procedures: Dental materials. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 39(4).
- Di Hipólito, V., Rodrigues, F.R., Piveta, F.B., Azevedo, L.C., Alonso, R.C.B., and Silikas, N. (2012). Effectiveness of self-adhesive luting cements in bonding to chlorhexidine-treated dentin. *Dental Materials*, 28(5), 495-501.
- Dikmen, B., Gurbuz, O., Ozsoy, A., Eren, M.M., Cilingir, A., and Yucel, T. (2015). Effect of different antioxidants on the microtensile bond strength of an adhesive system to sodium hypochlorite-treated dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 17(6), 499-504.
- Dogan, G., Sabah, E. ve Erkal, T. (2015). *Borun çevresel etkileri üzerine Türkiye'de yapılan bilimsel araştırmalar*. 19. Uluslararası Madencilik Kongresi, 9-12 Haziran, İzmir, 425-431.
- Dönmez, N. ve Özer, F. (2007). Hibrit tabakası, özellikleri ve hibrit tabakasında gözlenen mikroskobik oluşumlar. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 24, 57-62.
- Driessens, F.C., Heijligers, H.J., Borggreven, J.M., and Wöltgen, S J.H. (1985). Post-eruptive maturation of tooth enamel studied with the electron microprobe. *Caries Research*, 19, 390-395.
- Duinen, V. (2011). New approaches for handling glass ionomers in restorative dentistry. *Journal of the Israel Dental Association*, 28, 8-13.

- Duki, W., Duki, O.L., and Milardovi, S. (2009). The influence of HealOzone on microleakage and fissure penetration of different sealing materials. *Collegium Antropologicum*, 33(1), 157-162.
- Dunn, J. R. (2003). iBond: the seventh-generation, one-bottle dental bonding agent. *Compendium of continuing education in dentistry*, 24(2), 14-18.
- Ebrahimi, M., Naseh, A., Abdollahi, M., and Shirazi, A. S. (2018). Can chlorhexidine enhance the bond strength of self-etch and etch-and-rinse systems to primary teeth dentin?. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 19(4), 404-408.
- El housseiny, A., Azza, A., and Jamjoum, H. (2000). The effect of caries detector dyes and a cavity cleansing agent on composite resin bonding to enamel and dentin. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 25, 57-63.
- El Kalla, I.H., and Garcia-Godoy, F. (1998). Bond strength and interfacial micromorphology of four adhesive systems in primary and permanent teeth. *Journal of Dentistry for Children*, 65(3), 169-176.
- Elkassas, D.W., Fawzi, E.M., and El Zohairy, A. (2014). The effect of cavity disinfectants on the microshear bond strength of dentin adhesives. *European Journal of Dentistry*, 8, 184-190.
- El-Latif Hesham, A., and Alrumman, S.A. (2016). Antibacterial activity of miswak *Salvadora persica* extracts against isolated and genetically identified oral cavity pathogens. *Technology and health care: official journal of the European Society for Engineering and Medicine*. 29(24), 841-848.
- Eralp Akca, A., Akca, G., Toksoy Topçu, F., Macit, E., Pıkdöken, L., and Şerif Özgen, I. (2016). The comparative evaluation of the antimicrobial effect of propolis with chlorhexidine against oral pathogens: An in vitro study. *BioMedical Research International*, 8.
- Ercan, E., Çolak, H., Hamidi, M.M., İbrahimov, D., and Gulal, E. (2015). Can dentin surfaces be bonded safely with ozone and boric acid? *Ozone: Science and Engineering*, 37, 556–562.
- Ercan, E., Erdemir, A., Zorba, Y.O., Eldeniz, A.U., Dalli, M., Ince, B., and Kalaycıoğlu, B. (2009). Effect of different cavity disinfectants on shear bond strength of composite resin to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 11, 343-346.
- Erdemir, U. ve Yaman, B.C. (2011). Diş Hekimliğinde mikrosızıntı ve mikrosızıntı araştırma yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 45(1), 25-35.
- Erganiş, O. ve Öztürk, A. (2003). *Oral mikrobiyoloji ve immünoloji*. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri, 82.
- Erhardt, M.C., Osorio, R., and Toledano, M. (2008). Dentin treatment with MMPs inhibitors does not alter bond strengths to caries-affected dentin. *Journal of Dentistry*, 36, 1068–1073.

- Ersin, N.K., Candan, A., Aykut, A., Eronat, C., and Belli, S. (2009). No adverse effect to bonding following caries disinfection with chlorhexidine. *Journal of Dentistry for Children*, 76, 20-27.
- Ersin, N.K., Uzel, A., Aykut, A., Candan, U., and Eronat, C. (2006). Inhibition of cultivable bacteria by chlorhexidine treatment of dentin lesions treated with the ART technique. *Caries Research*, 40, 172-177.
- Ersöz, E., and Özyurt, P. (1999). The effect of various acids in different concentrations on the dentin surface: A SEM study. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 5, 55-59.
- Erten, C.H., Bala, O., Ayhan, H., Nalbant, L., and Emekdaş G. (1997). Bazı ağız çalkalama solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 7, 32-35.
- Ezoji, F., Tabari, K., Ansari, Z. J., and Torabzadeh, H. (2016). Shear bond strength of a resin cement to different alloys subjected to various surface treatments. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*, 13(1), 29.
- Farag, A., Sanden, W.J.M., Abdelwahab, H., Mulder, J., and Frenken, J.E. (2009). 5-Year survival of ART restorations with and without cavity disinfection. *Journal of Dentistry*, 37, 468-474.
- Fardal, O., and Turnbull, R.S. (1986). A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *Journal of American Dental Association*, 112, 863-869.
- Farhad, A., and Mohammadi, Z. (2005). Calcium hydroxide: A review. *International Dental Journal*, 55, 293-301.
- Fawzy, A.S., Amer, M.A., and 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. *Journal of Adhesive Dentistry*, 10, 135-144.
- Ferracane, J.L. (2011). Resin composite--state of the art. *Dental Materials*, 27(1), 29-38.
- Filler, S.J., Lazarchik, D.A., Givan, D.A., Retief, D.H., and Heaven, T.J. (1994). Shear bond strengths of composite to chlorhexidine-treated enamel. *American Journal of Dentistry*, 7, 85-88.
- Forrester, D.J., Wagner, M.L. and Fleming, J. (1981). *Pediatric Dentistry*. Forrester, D.J., Wagner, M.L., Fleming, J. (Editörler). Pediatric dental medicine, Philadelphia: Lea & Febiger, 11-22.
- Franchi, M., and Lorenzo, B. (1995). Effects of acid etching solutions on human enamel and dentin. *Quintessence International*, 26, 431.
- Francisconi-dos-Rios, L.F., Casas-Apayco, L.C., Calabria, M.P., Francisconi, P.A., Borges, A.F., Wang, L.J. (2015). Role of chlorhexidine in bond strength to artificially eroded dentin over time. *Journal of Adhesive Dentistry*, 17(2), 133-139.

- Frankenberger, R., Lohbauer, U., and Roggendorf, M., J. (2008). Selective enamel etching reconsidered: better than etch-and-rinse and self-etch? *The Journal of Adhesive Dentistry*, 1(5), 339– 344.
- Freedman, G., and Leinfelder, K. (2002). Seventh-generation adhesive systems. *Dentistry of Today*, 21(11), 106-111.
- Furukawa, K., Inai, N., and Tagami, J. (2002). The effects of luting resin bond to dentin on the strength of dentin supported by indirect resin composite. *Dental Materials*, 18(2), 136-142.
- Gaintantzopoulou, M. D., Gopinath, V. K., Zinelis, S. (2017). Evaluation of cavity wall adaptation of bulk esthetic materials to restore class II cavities in primary molars. *Clinical Oral Investigations*, 21(4), 1063-1070.
- Gale, M. S., and Darvell, B. W. (1999). Dentine permeability and tracer tests. *Journal of Dentistry*, 27(1), 1-11.
- Gallardo-Williams, M.T., Chapin, R.E., King, P.E., Moser, G.J., Goldsworthy, T.L., and Morrison, J.P. (2004). Boron supplementation inhibits the growth and local expression of IGF-1 in human prostate adenocarcinoma (LNCaP) tumors in nude mice. *Toxicology Pathology*, 32(1), 73-78.
- Gallardo-Williams, M.T., Maronpot, R.R., Turner, C.H., Johnson, C.S., Harris, M.W., and Jayo, M.J. (2003a). Effects of boric acid supplementation on bone histomorphometry, metabolism, and biomechanical properties in aged female F-344 rats. *Biological Trace Element Research*, 93(1-3), 155-169.
- Gallardo-Williams, M.T., Maronpot, R.R., Wine, R.N., Brunssen, S.H., and Chapin, R.E. (2003b). Inhibition of the enzymatic activity of prostate-specific antigen by boric acid and 3 nitrophenyl boronic acid. *The Prostate*, 54(1), 44-49.
- Galler, K., Hiller, K., Ettl, T., and Schmalz, G. (2005). Selective influence of dentin thickness upon cytotoxicity of dentin contacting materials. *Journal of Endodontics*, 31, 396-399.
- Gamborgi, G. P., Loguercio, A. D., and Reis, A. (2007). Influence of enamel border and regional variability on durability of resin–dentin bonds. *Journal of Dentistry*, 35(5), 371-376.
- García, A.H., Lozano, M.A.M., Vila, J.C., Escribano, A.B. and Galve, P.F. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Medicina Oral Patología Oral Y Cirugía Bucal*, 11, 215-220.
- Gil, F.J., Espias, A., Sanchez, L.A., and Planell, J. A. (1999). Comparison of the Abrasive Wear Resistance Between Amalgams, Hybrid Composite Material and Different Dental Cements. *International Dental Journal*, 49, 337- 342.
- Gjerme, P. (1989) Chlorhexidine and related compounds. *Journal of Dental Research*, 68, 1602-1608.

- Gorustovich, A.A., Steimetz, T., Nielsen, F.H., and Guglielmotti, M.B. (2008). A histomorphometric study of alveolar bone modelling and remodelling in mice fed a boron-deficient diet. *Archives of oral Biology*, 53, 677-682.
- Gökay, O. (1993). Devital dişlere uygulanan ağartma ajanlarının kompozit rezinlerin mikro sızıntısı üzerine etkisinin in vitro olarak değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 20, 195-200.
- Göncü, N. (1982). *Dünya ve Türkiye’de metal ve mineral kaynaklarının potansiyeli, ticareti, beklenen gelişmeler, 10. bor mineralleri*. Ankara: M.T.A. Enstitü Yayınları, 187.
- Greenstein, G., Berman, C., and Jaffin, R. (1986). Chlorhexidine: An adjunct to periodontal therapy. *Journal of Periodontology*, 57, 370-377.
- Gultz, J., Do, L., Boylan, R., Kaim, J., and Scherer, W. (1999). Antimicrobial activity of cavity disinfectants. *General Dentistry*, 47, 187-190.
- Gunaydin, Z., Yazici, A.R., and Cehreli, Z.C. (2016). In vivo and in vitro effects of chlorhexidine pretreatment on immediate and aged dentin bond strengths. *Operative Dentistry*, 41(3), 258-267.
- Güneş, Ş. (2013). *Ozon uygulaması, diyet lazer ışınlaması ve geleneksel kavite dezenfektanlarının mikrosızıntıya etkilerinin in-vitro koşullarda incelenmesi*. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır 12-24.
- Güneş, Ş., Bahsi, E., İnce, B., Çolak, H., Dalli, M., Yavuz, İ., Sahbaz, C., and 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.
- Gürkan, S., Bolay, Ş., and Kiremitçi, A. (1999). Effect of disinfectant application methods on the bond strength of composite to dentin. *Journal of Oral Rehabilitation*, 26, 836-840.
- Gwinnett, A. J., Tay, F. R., and Wei, S. H. Y. (1996). *Bridging the gap between the overdry and overwet bonding phenomenon-optimization of dentin hybridization and tubular seal. Dentin/pulp complex*. Tokyo: Quintessence, 359-63.
- Hakimeh, S., Vaidyanathan, J., Houpt, M.L., Vaidyanathan, T.K., and Hagen, S.V. (2000). Microleakage of compomer Class V restorations: Effect of load cycling, thermal cycling, and cavity shape differences. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 83(2), 194-203.
- Hakki, S.S., Dundar, N., Kayis, S.A., Hakki, E.E., Hamurcu, M., and Kerimoglu, U. (2013). Boron enhances strength and alters mineral composition of bone in rabbits fed a high energy diet. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 27(2), 148-153.
- Halawany, H.S. (2012). A review on miswak (*Salvadora persica*) and its effect on various aspects of oral health. *The Saudi Dental Journal*, 24(2), 63-69.

- Hall, I.H., Spielvogal, B.F., Griffin, T.S., Docks, E.L., and Brotherton, R.J. (1989). The effects of boron hyperlipidemic agents on LDL and HDL receptor binding and related enzyme activities of rat hepatocytes, aorta cells and human fibroblasts. *Research Communications in Chemical Pathology and Pharmacology*, 65(3), 297-317.
- Hamada, S., and Slade, H.D. (1980). Biology, immunology and cariogenicity of *Streptococcus mutans*. *Microbiological Reviews*, 44, 331-384.
- Hanabusa, M., Mine, A., Kuboki, T., Momoi, Y., Van Ende, A., Van Meerbeek, B., and De Munck, J. (2012). Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. *Journal of Dentistry*, 40(6), 475-484.
- Harnirattisai, C., Roengrungreang, P., Rangsisiripaiboon, U., and Senawongse, P. (2012). Shear and micro-shear bond strengths of four self-etching adhesives measured immediately and 24 hours after application. *Dental Materials Journal*, 31(5), 779-787.
- Heinrich, R., and Kunzel, W. (1986). Diagnosis and treatment of carious dentine. *Journal of the International Association of Dentistry for Children*, 17, 5-8.
- Heintze, S.D. (2007). Systematic reviews: I. The correlation between laboratory tests on marginal quality and bond strength. II. The correlation between marginal quality and clinical outcome. *Journal of Adhesive Dentistry*, 9(1), 1, 77-106.
- Heintze, S.D., and Rousson, V. (2012). Clinical effectiveness of direct Class II restorations – A meta-analysis. *Journal of Adhesive Dentistry*, 14, 407-431.
- Heintze, S.D., and Twetman, S. (2002). Interdental mutans streptococci suppression in vivo: a comparison of different chlorhexidine regimens in relation to restorative material. *American Journal of Dentistry*, 15, 103-108.
- Helvacı, C. (2005). *Batı Anadolu'da arserik ve bor mineralleri ilişkisi ve sağlığa etkileri*, 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyumu Kitabı, Ankara, 74-92.
- Hiraishi, N., Yiu, C.K., King, N.M., and Tay, F.R. (2009). Effect of 2% chlorhexidine on dentin microtensile bond strengths and nanoleakage of luting cements. *Journal of Dentistry*, 37, 440- 448.
- Hitmi, L., Bouter, D., and Degrange, M. (2002). Influence of drying and HEMA treatment on dentin wettability. *Dental Materials*, 18(7), 503-511.
- Hitosugi, M., Maruyama, K., Takatsu, A. (1998). A case of fatal benzalkonium chloride poisoning. *International Journal of Legal Medicine*, 111(5), 265-266.
- Hosoya, Y., Goto, G. (1992). Resin adhesion to the ground primary enamel: influence of etching times and thermal cycling test. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 17, 25-31.

- Hosoya, Y., Kawada, E., Ushigome, T., Oda, Y., and Garcia-Godoy, F. (2006). Micro-tensile bond strength of sound and caries-affected primary tooth dentin measured with original designed jig. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 77(2), 241-248.
- Houlsby, R.D., Ghajar, M., and Chavez, G.O. (1986). Antimicrobial activity of borate-buffered solutions. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 29(5), 803-806.
- Hunt, C.D. (2002). Dietary boron as a physiological regulator of the normal inflammatory response. *In Trace Elements in Man and Animals*, 10, 1071-1076.
- Hunt, C.D. (2012). Dietary boron: progress in establishing essential roles in human physiology. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 26(2-3), 157-160.
- Ikeda, T., De Munck, J., Shirai, K., Hikita, K., Inoue, S., Sano, H., Lambrechts, P., and Van Meerbeek, B. (2008). Effect of air-drying and solvent evaporation on the strength of HEMA-rich versus HEMA-free one-step adhesives. *Dental Materials*, 24(10), 1316-1323.
- Imazato, S. (2003). Antibacterial properties of resin composites and dentin bonding systems. *Dental Materials*, 19, 449-457.
- Imbery, T.A., Namboodiri, A., Duncan, A., Amos, R., Best, A.M., and Moon, P.C. (2013). Evaluating dentin surface treatments for resin-modified glass ionomer restorative materials. *Operative Dentistry*, 38(4), 429-438.
- Inoue, S., Van Meerbeek, B., Abe, Y., Yoshida, Y., Lambrechts, P., Vanherle, G., and Sano, H. (2001). Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on micro-tensile bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Dental Materials*, 17(5), 445-455.
- Ismail, A. M., Bourauel, C., ElBanna, A., and Salah Eldin, T. (2021). Micro versus Macro Shear Bond Strength Testing of Dentin-Composite Interface Using Chisel and Wireloop Loading Techniques. *Dentistry Journal*, 9(12), 140.
- ISO, I. (2003). *TS 11405: Dental materials—testing of adhesion to tooth structure*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization ISO Central Secretariat. 9-12.
- ISO, T. (1994). *11405 Dental materials—Guidance on testing of adhesion to tooth structure*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 8-9.
- ISO, T. (2018). *10650 Dentistry- powered polymerization activators*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 11-13.
- İnternet: Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü. Boren. Web: <http://www.boren.gov.tr/tr>, Son Erişim Tarihi: 29.12.2016.
- Jackson, R.D., and Morgan, M. (2000). The New Posterior Resins and a Simplified Placement technique. *Journal of American Dental Association*, 131, 375-383.

- Jacobsen, T., Söderholm, K. J. M., Garcea, I., and Mondragon, E. (2000). Calcium leaching from dentin and shear bond strength after etching with phosphoric acid of different concentrations. *European Journal of Oral Sciences*, 108(3), 247-254.
- Jenkins, S., Addy, M., and Wade, W. (1988). The mechanism of action of chlorhexidine. *Journal of Clinical Periodontology*, 15, 415-424.
- Jiang, E., M., Lo, E.C.M., Chu, C.H. and Wong, M.C.M. (2014). Prevention of early childhood caries (ECC) through parental toothbrushing training and fluoride varnish application: a 24-month randomized controlled trial. *Journal of Dentistry*, 42, 1543-1550.
- Kaaden, C., Schmalz, G., and Powers, J.M. (2003). Morphological characterization of the resin-dentin interface in primary teeth. *Clinical Oral Investigations*, 7, 235-240.
- Kahyaoğlu, M. (2009). *Bor bileşiklerinin mikrobiyal etkileri ve kullanım alanları*. IV Uluslararası Bor Sempozyumu, Eskişehir, 209-213.
- Kanca, J. (1991). A method for bonding to tooth structure using phosphoric acid as a dentin-enamel conditioner. *Quintessence International*, 22, 285-291.
- Kanca, J. (1992). Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. *Quintessence International*, 23(1), 39-41.
- Kanca, J. (1997). One step bond strength to enamel and dentin. *American Journal of Dentistry*, 10(1), 5-8.
- Kandaswamy, D., Venkateshbabu, N., Gogulnath, D., and Kindo, A.J. (2010). Dentinal tubule disinfection with 2% chlorhexidine gel, propolis, morinda citrifolia juice, 2% povidone iodine, and calcium hydroxide. *International Endodontic Journal*, 43, 419–423.
- Kang, H.J., Moon, H. J. and Shin, D.H. (2012). Effect of different chlorhexidine application times on microtensile bond strength to dentin in Class I cavities. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 37(1), 9-15.
- Kapdan, A., and 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, 46-54.
- Kapdan, A., Oztaş, N. and Sümer, Z. (2013). Comparing the antibacterial activity of gaseous ozone and chlorhexidine solution on a tooth cavity model. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 5, 133-137.
- Karaca, U., Pinar, S. G., Savran, M., Usta, G., İlhan, İ., Ozkaya, D., and Avci, M. (2022). The Possible Protective Effect of Boric Acid in an Alkaline-Induced Corneal Neovascularization Rat Model. *Biological Trace Element Research*, 200, 5127–5133.
- Karadağ, S. (2005). Mikrosızıntı araştırma teknikleri ve mikrosızıntıyı etkileyen faktörler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*(15), 80-87.

- Karadağ, S. (2015). Cam iyonomer simanlar ve endodontide kullanımı. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 22(3), 189-193.
- Karanika Kouma, A., Dionysopoulos, P., Koliniotou Koubia, E., and Kolokotronis, A. (2001). Antibacterial properties of dentin bonding systems, polyacid-modified composite resins and composite resins. *Journal of Oral Rehabilitation*, 28, 157-160.
- Karuna, M. Y., Arathi, R., and Nayak, P. A. (2018). Cavity disinfectants in restorative dentistry-journey to date. *International Journal of Clinical Dentistry*, 11(1), 67-77.
- Kato, S., and Fusayama, T. (1970). Recalcification of artificially decalcified dentin in vivo. *Journal of Dental Research*, 49, 1060-1066.
- Kaya, T. (2014). *Diş hekimliğinde kullanılan multimod, etch and rinse ve self etch adezivlerin süt ve daimi dişlerin sınıf I restorasyonlarında mikrosızıntı açısından karşılaştırılması*. Doktora tezi, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 3-23.
- Kaya, T. ve Tirali, R.E. (2013). Cam iyonomer simanlardaki gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 7, 71-77.
- Kenney, M.A., McCoy, J.H. (2000). Magnesium deficiency in the rat: effect of fructose, boron and copper. *Magnesium research*, 13(1), 19-27.
- Kidd E.A.M, and Fejerskov O. (2004). What constitutes dental caries? histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *Journal of Dental Research*, 83, 35-38.
- Kidd, E.A. (1991). Role of chlorhexidine in the management of dental caries. *International Dental Journal*, 41, 279-286.
- Kilpatrick, N.M., and Neumann, A. (2007). Durability of amalgam in the restoration of Class II cavities in primary molars: A systematic review of the literature. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 8(1), 5-13.
- Kiremitçi, A., ve Altıncı, P. (2008). Self etch adeziv sistemlerde güncel gelişmeler Bölüm1: Farklı özelliklerde diş sert dokularına bağlanma etkinliği. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 32(4), 33-48.
- Kitasako, Y., Burrow, M. F., Nikaido, T., and Tagami, J. (2000). The influence of storage solution on dentin bond durability of resin cement. *Dental Materials*, 16(1), 1-6.
- Komori, P.C.P., Pashley, D.H., Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Goes MF, and Wang L, Carrilho MR. (2009). Effect of 2% chlorhexidine digluconate on the bond strength to normal versus caries-affected dentin. *Operative Dentistry*, 34, 157-165.
- Konuk, I. ve Yersel, E., (1993). *Borik oksit, borik asit ve boratlar*. Sayı 10. İzmir: Etibank Bor Araştırma Merkezi Yayını, 224-228.
- Koray F. (1981). *Diş çürükleri*. İstanbul: Dünya Tıp Kitapevi, 23-52.

- Korkmaz, Y., and Başeren, M. (2008). Effect of antibacterial varnishes applied to root dentin on shear bond strength of tooth-colored restorative materials. *Operative Dentistry*, 33, 65-71.
- Kouchi, Y., Ninomiya, J., Yasuda, H., Fukui, K., Moriyama, T., and Okamoto, H. (1980). Location Of Streptococcus Mutans In The Dentinal Tubules Of Open Infected Root Canals. *Journal of Dental Research*. 59(12), 2038-2046.
- Koutsis, V., Noonan, R., Horner, J., Simpson, M., Matthews, W., and Puhley, D. (1994). The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molars. *Pediatric Dentistry*, 16, 29-35.
- Kugel, G., and Ferrari, M. (2000). The science of bonding: from first to sixth generation. *The Journal of the American Dental Association*, 131, 20-25.
- Lacerda-Santos, R., Sampaio, G.A., Moura, M.F., Carvalho, F.G., Santos, A.D., Pithon, M.M., and Alves, P.M. (2016). Effect of different concentrations of chlorhexidine in glass-ionomer cements on in vivo biocompatibility. *Journal of Adhesive Dentistry*, 18(4), 325-330.
- Leinfelder, K.F. (1993). Posterior composites: State of the Art clinical applications. *Dental Clinics of Northern America*, 37, 411-418.
- Leitune, V.C.B, Collares, F.M., and Samuel, S.M.W. (2010). Influence of chlorhexidine application at longitudinal push-out bond strength of fiber posts. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 110(5), 77-81.
- Leung, R.L., Loesche, W.J., and Charbeneau, G.T. (1980). Effect of Dycal on bacteria in deep carious lesions. *Journal of American Dental Association*, 100, 193-197.
- Li, Y., and Caufield, P.W. (1995). The fidelity of initial acquisition of mutans streptococci by infants from their mothers. *Journal of Dental Research*, 74, 681-685.
- Loguercio, A.D., de Oliveira Bauer, J.R., Reis, A., and Grande, R.H. (2004). In vitro microleakage of packable composites in Class II restorations. *Quintessence International*, 35, 29-34.
- Loguercio, A.D., Hass, V., Gutierrez, M. F., Luque-Martinez, I.V., Szezs, A., Stanislawczuk, R., Reis, A. (2016). Five-year effects of chlorhexidine on the in vitro durability of resin/dentin interfaces. *Journal of Adhesive Dentistry*, 18(1), 35-42.
- Luo, Y., Lo, E. C., Fang, D. T., Smales, R. J., and Wei, S. H. (2002). Clinical evaluation of Dyract AP restorative in permanent molars: 2-year results. *American Journal of Dentistry*, 15(6), 403-406.
- Mahabala, K.Y., Shrikrishna, S.B., Natarajan, S., and Nayak, A.P. (2016). Ethanolic extracts of Aloe vera and propolis as cavity disinfectants: An in vitro study. *Dental Hypotheses*, 7, 61-66.
- Majety, K. K., and Pujar, M. (2011). In vitro evaluation of microleakage of class II packable composite resin restorations using flowable composite and resin modified glass ionomers as intermediate layers. *Journal of conservative dentistry*, 14(4), 414.

- Maltz, M., de Oliveira, E.F., Fontanella, V., and Bianchi, R. (2002). A clinical, microbiologic, and radiographic study of deep caries lesions after incomplete caries removal. *Quintessence International*, 33, 151-159.
- Manfro, A.R., Reis, A., Loguercio, A.D., Imparato, J.C., and Raggio, D.P. (2012). Effect of different concentrations of chlorhexidine on bond strength of primary dentin. *Pediatric Dentistry*, 34(2), 11-15.
- Manhart, J., Chen, H.Y., and Hickel, R. (2001). The stability of packable composites for posterior restorations. *Journal of American Dental Association*, 132(5), 639-645.
- Manhart, J., Kunzelmann, K.H., Chen, H.Y., and Hickel, R. (2000). Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dental Materials*, 16, 33-40.
- Marais, J.T. (2000). Cleaning efficacy of a new canal irrigation solution: a preliminary evaluation. *International Endodontics Journal*, 33, 320-325.
- Marchesi, G., Frassetto, A., Mazzoni, A., Apolonio, F., Diolosa, M., Cadenaro, M., Di Lenarda, R., Pashley, D., H., Tay, F., and Breschi, L. (2014). Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-Year in vitro study. *Journal of Dental Research*, 42(5), 603-612.
- Marsh PD, Nyvad B. (2003). *The oral microflora and biofilms on teeth*. In O. Fejerskov and E. Kidd. (Eds.). *Dental caries The disease and its clinical management*. Victoria 3053, Australia: Blackwell publishing, 29-48.
- Marsh, P.D. (1999). Microbiologic aspects of dental plaque and dental caries. *Dental Clinics of North America*, 43, 599-614.
- Marshall Jr, G. W., Marshall, S. J., Kinney, J. H., and Balooch, M. (1997). The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of Dentistry*, 25(6), 441-458.
- Mason, P. M., Ferrari, M., Cagidiaco, M. C., and Davidson, C. L. (1996). Shear bond strength of four dentinal adhesives applied in vivo and in vitro. *Journal of Dentistry*, 24(3), 217-222.
- Matee, M. I. N., Mikx, F. H. M., Maselle, S. Y. M., and Van Palenstein Helderma, W. H. (1992). Rampant caries and linear hypoplasia. *Caries Research*, 26(3), 205-208.
- Mazzoni, A., Tjäderhane, L., Checchi, V., Di Lenarda, R., Salo, T., Tay, F.R., Pashley, D.H., and Breschi, L. (2015). Role of dentin MMPs in caries progression and bond stability. *Journal of Dental Research*, 94(2), 241-251.
- McDonnell, G., and Russell, A.D. (1999). Antiseptics and disinfectants: Activity, action and resistance. *Clinical Microbiology Reviews*, 12, 147-79
- McDonough, W. G., Antonucci, J. M., He, J., Shimada, Y., Chiang, M. Y., Schumacher, G. E., and Schultheisz, C. R. (2002). A microshear test to measure bond strengths of dentin-polymer interfaces. *Biomaterials*, 23(17), 3603-3608.

- Meiers, J. C., and Shook, L. W. (1996). Effect of disinfectants on the bond strength of composite to dentin. *American Journal of Dentistry*, 9(1), 11-14.
- Meiers, J.C., and Kresin, J.C. (1996). Cavity disinfectants and dentin bonding. *Operative Dentistry*, 210, 153-159.
- Meiers, J.C., and Schachtele, C.F. (1984). The effect of an antibacterial solution on the microflora of human incipient fissure caries. *Journal of Dental Research*, 63, 47-51.
- Mellberg, J.R., and Ripa, L.W. (1983). *Flouride in preventive dentistry: Theory and clinical Applications*. Chicago, Illinois: Quintessence Publishing Co, 54.
- Memarpour, M., Shafiei, F., and Moradian, M. (2014). Effects of disinfectant agents on microleakage in primary tooth-colored restorations: an in vitro study. *Journal of Dentistry for Children*, 81(2), 56-62.
- Miljkovic, D., Scorei, R.I., Cimpoiias, V.M., and Scorei, I.D. (2009). Calcium fructoborate: plant-based dietary boron for human nutrition. *Journal of Dietary Supplements*, 6(3), 211-226.
- Mine, A., De Munck, J., Vivan Cardoso, M., Van Landuyt, K., L., Poitevin, A., Kuboki, T., Yoshida, Y., Suzuki, K., and Van Meerbeek, B. (2010). Enamel-smear compromises bonding by mild self-etch adhesives. *Journal of Dental Research*, 89(12), 1505-1509.
- Mitra, S.B., Wu, D., and Holmes, B.N. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *Journal of American Dental Association*, 134, 1382-1390.
- Mixson, J. M., Eick, J. D., Chappell, R. P., Tira, D. E., and Moore, D. L. (1991). Comparison of two-surface and multiple-surface scoring methodologies for in vitro microleakage studies. *Dental Materials*, 7(3), 191-196.
- Mjör, I.A. (2001). Pulp-dentin Biology in Restorative Dentistry. Mjör IA. Part 2. Initial reactions to preparation of teeth for restorative procedures. *Quintessence International*, 32(7), 537-551.
- Mjör, I.A. (2009). Dentin Permeability: The basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Brazilian Dental Journal*, 20, 3-16.
- Mobarak, E.H., El-Korashy, D.I., and Pashley, D.H. (2010). Effect of chlorhexidine concentrations on micro-shear bond strength of self-etch adhesive to normal and caries-affected dentin. *American Journal of Dentistry*, 23, 217-222.
- Mohammadi, Z., and Abbott, P.V. (2009). The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *International Endodontic Journal*, 42(4), 288-302.
- Mohammed Hassan, A., Ali Goda, A., Baroudi, K. (2014). The effect of different disinfecting agents on bond strength of resin composites. *International Journal of Dentistry*, 231-235.
- Mohan, P.V.M.U., Uloopi, K.S., Vinay, C., and Chandrasekhar Rao, R. (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.

- Molgatini, S., Abate, P.F., Negroni, M.B., Macchi, R.L., and Gonzalez, M.I. (1993). Bacterial inhibition produced by substances for dentin pretreatment. *Acta Odontológica Latinoamericana*, (7), 3-9.
- Montagner, A.F., Sakris-Onofre, R., Pereira-Cenci, T., and Cenci, M.S. (2014). MMP inhibitors on dentin stability: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Research*, 93, 733–743.
- Moseman, R.F. (1994). Chemical disposition of boron on animals and humans. *Environ Health Perspect*, 102, 113.
- Mota, C. S., Demarco, F. F., Camacho, G. B., and Powers, J. M. (2003). Tensile bond strength of four resin luting agents bonded to bovine enamel and dentin. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(6), 558-564.
- Mueninghoff, L.A., Dunn, S.K., and Leinfelder, K.F. (1990). Comparison of dye and ion microleakage tests. *American Journal of Dentistry*, 3, 192-194.
- Munck, J.D., Landuyt, K.V., Peumans, M., Poitevin, A., Lambrechts, P., Braem, M., and Meerbeek, B.V. (2005). A critical review of durability of adhesion to tooth tissue: Methods and results. *Journal of Dental Research*, 84(2), 118-132.
- Murray, P.E., Farber, R.M., Namerow, K.N., Kuttler, S., and Garcia Godoy, F. (2008). Evaluation of *Morinda citrifolia* as an endodontic irrigant. *Journal of Endodontics*, 34(1), 66-70.
- Mutluay, A. T., and Mutluay, M. (2019). Effects of different disinfection methods on microleakage of giomer restorations. *European Journal of Dentistry*, 13(4), 569-573.
- Naik, S.V., Rajeshwari, K., Kohli, S., Zohabhasan, S., and Bhatia, S. (2016). Ozone -a biological therapy in dentistry reality or myth? *The Open Dentistry Journal*, 11(10), 196-206.
- Nakabayashi, N. (1992). The hybrid layer: a resin-dentin composite. *Proceedings of the Finnish Dental Society*, 88(1), 321-329.
- Nakabayashi, N., and Pashley, D.H. (1998). *Hybridization of dental hard tissues*. Tokyo, Quintessence Publishing Co, 1-106.
- Newbrun E. (1989b). *Cariology*. 3th ed, Chicago: Quintessence Publishiing Co., 248-261.
- Newbrun, E. (1989a). *Cariology*. 3rd Ed. Chicago: Quintessence Publishing Co, 214-221.
- Nielsen, F.H. (2004). The alteration of magnesium, calcium and phosphorus metabolism by dietary magnesium deprivation in postmenopausal women is not affected by dietary boron deprivation. *Magnesium Research*, 17, 197-210.
- Nielsen, F.H. (2008). Is boron nutritionally relevant? *Nutrition Review*, 66(4), 183-191.
- Nielsen, F.H. (2009). Micronutrients in parenteral nutrition: boron, silicon, and flüoride. *Gastroenterology*, 137(5), 55-60.

- Nielsen, F.H., and Stoecker, B.J. (2009). Boron and fish oil have different beneficial effects on strength and trabecular microarchitecture of bone. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 23(3), 195–203.
- Nikaido, T., and Nakabayashi, N. (1988). Relationship between polymerization and adhesion to teeth. *Adhesive Dentistry*, 6, 229-234.
- Nisha, S., Shivamallu, A.B., Gujjari, S.K., Shashikumar, P., and Ali, M.N. (2021). Efficacy of preprocedural boric acid mouthrinse in reducing viable bacteria in dental aerosols produced during ultrasonic scaling. *Contemporary Clinical Dentistry*, 12(3), 282-288.
- Nordb , H. (1972). The affinity of chlorhexidine for hydroxyapatite and tooth surfaces. *European Journal of Oral Sciences*, 80(6), 465-473.
- N r, J.E., Feigal, R.J., Dennison, J.B., and Edwards, C.A. (1996). Dentin bonding: SEM comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. *Journal of Dental Research*, 75(6), 1396-1403.
- Ohara, P.K., Torabinejad, M., and Kettering, J.D. (1993). Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *Endodontics and Dental Traumatology*, 9, 95-100.
- Okada, H., Sadr, A., Shimada, Y., and Tagami, J. (2009). Micro-shear bond strength of current one-step adhesives to cementum and dentin. *American Journal of Dentistry*, 22(5), 259-263.
- Oliveira, A.F., Chaves, A.M., and Rosenblatt, A. (2006). The influence of enamel defects on the development of early childhood caries in a population with low socioeconomic status: a longitudinal study. *Caries Research*, 40, 296-302.
- Oliveira, S. S., Pugach, M. K., Hilton, J. F., Watanabe, L. G., Marshall, S. J., and Marshall Jr, G. W. (2003). The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. *Dental materials*, 19(8), 758-767.
- Oong, E.M., Griffin, S.O., Kohn, W.G., Gooch, B.F., and Caufield, P.W. (2008). The effect of dental sealants on bacteria levels in caries lesions: A review of the evidence. *Journal of American Dental Association*, 139, 271-278.
- Opdam, N.J.M., Bronkhorst, E.M.B., Loomans, B.A.C., and Huysmans, M. (2010). 12-year survival of composite vs. amalgam restorations. *Journal of Dental Research*, 89(10), 1063-1067.
- Ozyesil, A.G., G nal,  ., Belli, S., ve Eskitascioglu, G. (2009). İki farklı bağlanma dayanımı testinin karşılaştırılması (Mikroshear ve Microtensile). *Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 18, 118-121.
- Özel, E., Yurdag ven, H., Say, E., ve Kocagöz, S. (2005). Fosforik asit ve dezenfektan solüsyonların Streptococcus Mutans’a karşı antibakteriyel etkisinin saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 29, 8-14.
-  zkan,  .G.,  eb , H., Delice, S., ve Doğan, M. (1997). *Bor’un İnsan Sağlığı ve Beslenme  zerine Etkisi*. 2. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, Türkiye.

- Özkul, S. ve Küçükeşmen, Ç. (2012). Adezivler: Genel ilkeler ve tekniğin son durumu. General principles and the state of art. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(3), 164-168.
- Öznurhan, F. and Buldur, B. (2015a). Effects of different cavity disinfectant procedures on microtensile bond strength of permanent teeth. *Cumhuriyet Dental Journal*, 18, 170-179.
- Öznurhan, F., Öztürk, C. and Ekci, E.S. (2015b). Effects of different cavity-disinfectants and potassium titanyl phosphate laser on microtensile bond strength to primary dentin. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 18, 400-404.
- Öztekin, F., and Adıgüzel, Ö. (2019). The effects of different irrigation agents on root canal dentine micro-hardness and surface roughness. *International Dental Research*, 9(1), 16-21.
- Pallav, P., De Gee, A.J., Davidson, C.L., Erickson, R.L., and Glasspoole, E.A. (1989). The influence of admixing microfiller to small-particle composite resins on wear, tensile strength, hardness and surface roughness. *Journal of Dental Research*, 68(3), 489-490.
- Pappas, M., Burns, D. R., Moon, P. C., and Coffey, J. P. (2005). Influence of a 3-step tooth disinfection procedure on dentin bond strength. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 93(6), 545-550.
- Paris, S., Hopfenmuller, W., and Meyer-Lueckel, H. (2010). Resin infiltration of caries lesions: An efficacy randomized trial. *Journal of Dental Research*, 89(8), 823-826.
- Pashley, D. H., Carvalho, R. M., Sano, H., Nakajima, M., Yoshiyama, M., Shono, Y., Fernandes, C. A. and Tay, F. (1999). The microtensile bond test: a review. *Journal of Adhesive Dentistry*, 1(4), 299-309.
- Pashley, D. H., Ciucchi, B., Sano, H., and Horner, J. A. (1993). Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence International*, 24(9), 618-631.
- Pashley, D.H., Sano, H., Ciucchi, B., Yoshiyama, M., and Carvalho, R.M. (1995). Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dental Materials*, 11(2), 117-125.
- Pashley, D.H., Tay, F.R., and Imazato, S. (2011). How to increase the durability of resin-dentin bonds. *The Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 32, 60–4.
- Pashley, D.H., Tay, F.R., Breschi, L., Tjäderhane, L., Carvalho, R.M., Carrilho, M., and Tezvergil Mutluay, A. (2011). State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental Materials*, 27(1), 1-16.
- Pashley, E.L. (1985). Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *Journal of Endodontics*, 11, 525-528.
- Pattanaik, N., and Chandak, M. (2013). Topic-the effect of three cavity disinfectants (chlorhexidine gluconate-based. Consepsis; benzalkonium chlorite-based, Tubulicid red; sodium hypochlorite based-Chlorcid V on the self-etch dentine bonding agent (Adeper Easy One, 3M ESPE) under SEM. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 8, 84-89.

- Penland, J.G. (1994). Dietary boron, brain function, and cognitive performance. *Environmental Health Perspectives*, 102(7), 65.
- Penland, J.G. (1998). The importance of boron nutrition for brain and psychological function. *Biological Trace Element Research*, 66(1- 3), 299-317.
- Perdigão, J. (2002). Dentin bonding as a function of dentin structure. *Dental Clinics*, 46(2), 277-301.
- Perdigao, J. (2007). New developments in dental adhesion. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 333-357.
- Perdigao, J., Denehy, G.E., and Swift, E. (1994). Effects of chlorhexidine on dentin surfaces and shear bond strength. *American Journal of Dentistry*, 7, 81-84.
- Perdigao, J., Gomes, G., Duarte, S., Jr., and Lopes, M., M. (2005). Enamel bond strengths of pairs of adhesives from the same manufacturer. *Operative Dentistry*, 30(4), 492-499.
- Perdigao, J., Lopes, M., Geraldeli, S., Lopes, G.C, and Garcia Godoy, F. (2000). Effect of a sodium hypochloride gel on dentin bonding. *Dental Materials*, 16, 311-323.
- Perdigao, J., Swift, E.J. (2011). Mine ve dentin adezyonunun temel kavramları. In T. M. Roberson, H. O. Heymann and E. J. Swift (Eds.). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. 5 ed. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 243-280.
- Perdok, J. F., Van der Mei, H. C., Genet, M. J., Rouxhet, P. G., and Busscher, H. J. (1989). Elemental surface concentration ratios and surface free energies of human enamel after application of chlorhexidine and adsorption of salivary constituents. *Caries Research*, 23(5), 297-302.
- Perinka, L., Sano, H., and Hosoda, H. (1992). Dentin thickness, hardness, and Ca-concentration vs bond strength of dentin adhesives. *Dental Materials*, 8(4), 229-233.
- Peumans, M., De Munck, J., Van Landuyt, K., L., Poitevin, A., Lambrechts, P., and Van Meerbeek, B. (2010). Eight-year clinical evalution of a two-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dental Materials*, 26(12), 1176–1184.
- Peumans, M., Kanumilli, P., De Munck, J., Van Landuyt, K., Lambrechts, P., and Van Meerbeek, B. (2005). Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dental Materials*, 21, 864-881.
- Phrukkanon, S., Burrow, M. F., and Tyas, M. J. (1998). Effect of cross-sectional surface area on bond strengths between resin and dentin. *Dental Materials*, 14(2), 120-128.
- Pilo, R., Cardash, H.S., Oz-Ari, B., and 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, 569-575.

- Pinto, A.S., de Araujo, F.B., Franzon, R., Figueiredo, MC., Henz, S., Garcia-Godoy, F., and Maltz, M. (2006). Clinical and microbiological effect of calcium hydroxide protection in indirect pulp capping in primary teeth. *American Journal of Dentistry*, (19), 382-386.
- Pires, P.T., Ferreira, J.C., Oliveira, S.A., Silva, M.J., and Melo, P.R. (2013). Effect of ozone gas on the shear bond strength to enamel. *Journal of Applied Oral Science*, 21(2), 177-182.
- Piva, E., Meinhardt, L., Demarco, F.F., Powers, J.M. (2002). Dyes for caries detection: influence on composite and compomer microleakage. *Clinical Oral Investigations*, 6, 244-248.
- Placido, E., Meira, J. B., Lima, R. G., Muench, A., de Souza, R. M., and Ballester, R. Y. (2007). Shear versus micro-shear bond strength test: a finite element stress analysis. *Dental Materials*, 23(9), 1086-1092.
- Podar, R., Kulkarni, G.P., Dadu, S.S., Singh, S., and Singh, S.H. (2015). In vivo antimicrobial efficacy of 6% Morinda citrifolia, Azadirachta indica, and 3% sodium hypochlorite as root canal irrigants. *European Journal of Dentistry*, 9(4), 529-534.
- Polydorou, O., Pelz, K., and Hahn, P. (2006). Antibacterial effect of an ozone device and its comparison with two dentin-bonding systems. *European Journal of Oral Science*, 114, 349-353.
- Powers, J.M., and Wataha, J.C. (2008). *Dental Materials: Properties and Manipulation* (Craig) 9 th Ed. USA: Mosby, Elsevier, 70-83.
- Prabhakar, A.R., Karuna, Y.M., Yavagal, C., and Deepak, B.M. (2015). Cavity disinfection in minimally invasive dentistry - comparative evaluation of Aloe vera and propolis: A randomized clinical trial. *Contemporary Clinical Dentistry*, 6(1), 24-31.
- Prabhakar, A.R., Kumar, R.S., and Prahlad, D. (2019). Effect of ozonated water on dentin bond strength. *International Journal of Oral Health Sciences*, 9(1), 9-14.
- Prati, C., Selighini, M., Ferrieri, P., and Mongiorgi, R. (1994). Scanning electron microscopic evaluation of different endodontic procedures on dentine morphology of human teeth. *Journal of Endodontics*, 20, 174-179.
- Price, R. B., and Hall, G. C. (1999). In vitro comparison of 10-minute versus 24-hour shear bond strengths of six dentin bonding systems. *Quintessence International*, 30(2), 122-134.
- Price, R. B., Dérand, T., Andreou, P., and Murphy, D. (2003). The effect of two configuration factors, time, and thermal cycling on resin to dentin bond strengths. *Biomaterials*, 24(6), 1013-1021.
- Pupo, Y.M., Farago, P.V., Nadal, J.M., Simão, L.C., Esmerino, L.A., Gomes, O.M., and Gomes, J.C. (2014). Effect of a novel quaternary ammonium methacrylate polymer (QAMP) on adhesion and antibacterial properties of dental adhesives. *International Journal of Molecular Science*, 15(5), 8998-9015.

- Qin, G., Zong, Y., Chen, Q., Hua, D., and Tian, S. (2010). Inhibitory effect of boron against *Botrytis cinerea* on table grapes and its possible mechanisms of action. *International Journal of Food Microbiology*, 138, 145-50.
- Ramasetty, P.A., Tripathi, A.P., Sugandhan, S., Naik, S.V., and Deepak, B.M. (2018). Nanotechnology in Dentin Disinfection: Can We Preserve the Bond? *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 11(3), 468-473.
- Randall, R.C., Vrijhoef, M.M., and Wilson, N.H. (2000). Efficacy of pre-formed metal crowns vs. amalgam restorations in primary molars: A systematic review. *Journal of American Dentistry Association*, 131(3), 337-343.
- Raskin, A., D'Hoore, W., Gonthier, S., Degrange, M., and Déjou, J. (2001). Reliability of in vitro microleakage tests: a literature review. *Journal of Adhesive Dentistry*, 3(4), 295-308.
- Reddy, M.S., Mahesh, M.C., Bhandary, S., Pramod, J., Shetty, A., and Prashanth, M.B. (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. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 14, 275-280.
- Ricci, H.A., Sanabe, M.E., de Souza Costa, C.A., Pashley, D.H., and Hebling, J. (2010). Chlorhexidine increases the longevity of *in vivo* resin-dentin bonds. *European Journal of Oral Science*, 118, 411-416.
- Roberson, T.M., Heymann, H.O., Swift, E.J. (2005). Jr. *Sturdevant's Art and science of operative dentistry*. Fifth Edition. St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby, 174.
- Roberson, T.M., Heymann, O.H., and Swift, E.J. (2010). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. S. Gürkan ve F. Yalcin Cakir (Editörler). 3. Bölüm: *Karyoloji: Lezyon, etyoloji, önleme ve kontrol (Cariology: The lesion, etiology, prevention and control)*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 67- 134.
- Roulet, J.F., Reich, T., Blunck, U., and Noack, M. (1989). Quantitative margin analysis in the scanning electron microscope. *Scanning Microscopy*, 3, 147-158.
- Ruschel, H. C., and Chevitarese, O. (2002). Density and diameter of dentinal tubules of first and second primary human molars-comparative scanning electron microscopy study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 26(3), 297-304.
- Sabala, C.L., and Powell, S.E. (1989). Sodium hypochlorite injection into periapical tissues. *Journal of Endodontics*, 15, 490-492.
- Sabatini, C., and Patel, S.K. (2013). Matrix metalloproteinase inhibitory properties of benzalkonium chloride stabilizes adhesive interfaces. *European Journal of Oral Sciences*, 121(6), 610-616.
- Sachdeva K, Singla A, Mahajan V, Jaj HS, Saini SS. (2012). Effect of Storage Media on Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets: An in vitro Study. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 46(4), 203-209.

- Sacramento, P.A., de Castilho, A.R., Banzi, E.C., and Puppi-Rontani, R.M. (2012). Influence of cavity disinfectant and adhesive systems on the bonding procedure in demineralized dentin - a one-year *in vitro* evaluation. *Journal of Adhesive Dentistry*, 14, 575-583.
- Sadek, F.T., Goracci, C., Cardoso, P.E., Tay, F.R., and Ferrari, M. (2005). Microtensile bond strength of current dentin adhesives measured immediately and 24 hours after application. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 7(4), 297-302.
- Sadr, A., Ghasemi, A., Shimada, Y., and Tagami, J. (2007). Effects of storage time and temperature on the properties of two self-etching systems. *Journal of Dentistry*, 35(3), 218-225.
- Sağlam, M., Köseoğlu, S., and Enhoş, Ş. (2013). Periodontolojide bor. *Journal of Health Sciences*, 22(1), 70-75.
- Salama, F., Balto, H., Al-Yahya, F., and Al-Mofareh, S. (2015). The effect of cavity disinfectants on microleakage of composite restorations in primary teeth. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 16(4), 295-300.
- Sano, H., Shono, T., Sonoda, H., Takatsu, T., Ciucchi, B., and Carvalho, R. (1994). Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength--evaluation of a micro-tensile bond test. *Dental Materials*, 10, 236-240.
- Saraç, D., Bulucu, B., Saraç, Ş., and Kulunk, Ş. (2008). The effect of dentin-cleaning agents on resin cement bond strength to dentin. *Journal of American Dental Association*, 139, 751-758.
- Sardella, T.N., de Castro, F.L.A., Sanabe, M. E., Hebling, J. (2005). Shortening of primary dentin etching time and its implication on bond strength. *Journal of Dentistry*, 33(5), 355-362.
- Sathananthan, K., Vos, T., and Bango, G. (1996). Dental caries, fluoride levels and oral hygiene practices of school children in Matebeleland South, Zimbabwe. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 24(1), 21-24.
- Say, E.C., Koray, F., Tarım, B., Soyman, M., and Gülmez, T. (2004). In-vitro effect of cavity disinfectants on the bond strength of dentin bonding systems. *Quintessence International*, 35, 56-60.
- Scaffa, P. M. C., Vidal, C. D. M. P., Barros, N., Gesteira, T. F., Carmona, A. K., Breschi, L., Pashley, D.H., Tjäderhane, L., Tersariol, I.L.S., Nascimento, F.D., and Carrilho, M.R. (2012). Chlorhexidine inhibits the activity of dental cysteine cathepsins. *Journal of Dental Research*, 91(4), 420-425.
- Scheie, A.A., Luan, W.M., Dahlen, G., and Fejerskov, O. (1996). Plaque pH and micro flora of dental plaque on sound and carious root surfaces. *Journal of Dental Research*, 75, 1901-1908.
- Scherrer, S.S., Cesar, P.F., and Swain, M.V. (2010). Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dental Materials*, 26, 78-93.

- Scherrer, S.S., Cesar, P.F., and Swain, M.V. (2010). Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: A critical literature review. *Dental Materials*, 26(2),78-93.
- Schmidlin, P.R., Zimmermann, J., and Bindl, A. (2005). Effect of ozone on enamel and dentin bond strength. *Journal of Adhesive Dentistry*, 7(1), 29-32.
- Schneider, B.T., Baumann, M.A., Watanabe, L.G., and Marshall Jr, G.W. (2000). Dentin Bond Strength of Compomers and Composites. *Dental Materials*, 16(1), 15-19.
- Schröder, U. (1985). Effects of calcium hydroxide-containing pulp-capping agents on pulp cell migration, proliferation, and differentiation *Journal of Dental Research*, 64, 541-548.
- Selwitz, R.H., Ismail, A.I. and Pitts, N.B. (2007). Dental caries. *Lancet*, 369, 51–59.
- Senawongse, P., Harnirattisai, C., Shimada, Y., and Tagami, J. (2004). Effective bond strength of current adhesive systems on deciduous and permanent dentin. *Operative Dentistry*, 29(2), 196-202.
- Senestraro, S.V., Crowe, J.J.,and Wang, M. (2013). Minimally invasive resin infiltration of arrested white-spot lesions. *Journal of American Dental Association*, 144(9),997-1005.
- Settembrini, L., Boylan, R., Strassler, H., and Scherer, W. (1997). A comparison of antibacterial activity of etchants used for a total etch technique. *Operative Dentistry*, 22, 84-88.
- Shafiei, F., and Memarpour, M. (2012). Antibacterial activity in adhesive dentistry: a literature review. *General Dentistry*, 60(6), 346-356.
- Sharma, V., Nainan, M.T., and 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), 109-113.
- Sharma, V., Rampal, P., and Kumar, S. (2011). Shear bond strength of composite resin to dentin after application of cavity disinfectants - SEM study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 2, 155-159.
- Shimada, Y., Senawongse, P., Harnirattisai, C., Burrow, M. F., Nakaoki, Y., and Tagami, J. (2002). Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel. *Operative Dentistry*, 27(4), 403-409.
- Shimaoka, A. M., de Andrade, A. P., Cardoso, M. V., and de Carvalho, R. C. (2011). The importance of adhesive area delimitation in a microshear bond strength experimental design. *Journal of Adhesive Dentistry*, 13(4), 307-314.
- Shirai, K., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Lambrechts, P., and Suzuki, K. (2005). Effect of cavity configuration and aging on the bonding effectiveness of six adhesives to dentin. *Dental Materials*, 21(2), 110-124.

- Silva e Souza, M., H., Jr., Carneiro, K., G., Lobato, M., F., Silva e Souza Pde, A., and de Góes, M., F. (2010). Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *Journal of Applied Oral Science*, 18(3), 207-214.
- Simoes, D.M., Basting, R.T., Amaral, F.L., Turssi, C.P., and Franca, F.M. (2014). Influence of chlorhexidine and/or ethanol treatment on bond strength of an etch-and-rinse adhesive to dentin: An *in vitro* and *in situ* study. *Operative Dentistry*, 39, 64-71.
- Singla, M., Aggarwal, V., and Kumar, N. (2011). Effect of chlorhexidine cavity disinfection on microleakage in cavities restored with composite using a self-etching single bottle adhesive. *Journal of Conservative Dentistry*, 14(4), 374-377.
- Sinha, D. J., Jandial, U. A., Jaiswal, N., Singh, U. P., Goel, S., and Singh, O. (2018). Comparative evaluation of the effect of different disinfecting agents on bond strength of composite resin to dentin using two-step self-etch and etch and rinse bonding systems: An *in-vitro* study. *Journal of Conservative Dentistry*, 21(4), 424-427.
- Soares, C.J., Pereira, C.A., Pereira, J.C., Santana, F.R., and Prado, C.J. (2008). Effect of chlorhexidine application on microtensile bond strength to dentin. *Operative Dentistry*, 33, 183-188.
- Sofrata, A.H., Claesson, R.L., Lingström, P.K., and Gustafsson, A.K. (2008). Strong antibacterial effect of miswak against oral microorganisms associated with periodontitis and caries. *Journal of Periodontology*, 79(8), 1474-1479.
- Song, M., Shin, Y., Park, J. W., and Roh, B. D. (2015). A study on the compatibility between one-bottle dentin adhesives and composite resins using micro-shear bond strength. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 40(1), 30-36.
- Sonkaya, E., and Kurklu, G. Z. B. (2021). Effect of contamination by cleaning agents and hemostatic agent on dentin bond strength. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 10(36), 3115-3121.
- Sonmez, D., Duruturk, L. (2010). Success rate of calcium hydroxide pulpotomy in primary molars restored with amalgam and stainless steel crowns. *Brazilian Dental Journal*, 208(9), 18.
- Stanislawczuk, R., Amaral, R.C., Zander-Grande, C., Gagler, D., Reis, A., and Loguercio, A.D. (2009). Chlorhexidine-containing acid conditioner preserves the longevity of resin-dentin bonds. *Operative Dentistry*, 34, 481-490.
- Stanislawczuk, R., Reis, A., and Loguercio, A.D. (2011). A 2-year *in vitro* evaluation of a chlorhexidine-containing acid on the durability of resin-dentin interfaces. *Journal of Dentistry*, 39, 40-47.
- Stanley, H.R. (1989). Pulp capping: conserving the dental pulp-can it be done? Is it worth it? *Oral Surgery*, 68, 628-639.
- Stewart, G.G. (1998). A scanning electron microscopic study of the cleansing effectiveness of three irrigating modalities on the tubular structure of dentin. *Journal of Endodontics*, 24, 485-486.

- Suma, N.K., Shashibhushan, K.K., and Reddy, V.V.S. (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.
- Swift, E.J.Jr. (1991). Microleakage of dentin adhesive systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 3(3), 91-94.
- Swift, E.J.Jr. (1998). Bonding systems for restorative materials--a comprehensive review. *Pediatric Dentistry*, 20(2), 80-84.
- Swift, E.J.Jr. (2002). Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 456-461.
- Swift, E.J.Jr., Perdigao, J., and Heymann, H.O. (1995). Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quintessence International*, 26(2), 95-110.
- Şaroğlu Sönmez, I., and Akbay Oba, A. (2008). Self-etch bir adezivinin süt dişi dentinine makaslama bağlanma direncinin değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 32, 49-54.
- Tachibana, A., Morimoto, S., de Azevedo, C.S., and Matos, A.B. (2014). Influence of cleansing agents on enamel and dentin bond strength to a one-step self-etching adhesive system. *Brazilian Dental Science*, 17(1), 39-44.
- Tagami, J., Tao, L., and Pashley, D. H. (1990). Correlation among dentin depth, permeability, and bond strength of adhesive resins. *Dental Materials*, 6(1), 45-50.
- Takeda, F.H., Harashima, T., Kimura, Y., and Matsumoto, K. (1998). Efficacy of Er:YAG laser irradiation in removing debris and smear layer on root canal walls. *Journal of Endodontics*, 24(8), 548-551.
- Takeda, F.H., Harashima, T., Kimura, Y., and Matsumoto, K. (1999). A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. *International Endodontic Journal*, 32(1), 32-39.
- Tay, F.R., and Pashley, D.H. (2002). Dental adhesives of the future. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 4(2), 91-103.
- Tay, F.R., Gwinnett, J. A., and Wei, S. H. (1997). The overwet phenomenon in two-component acetone-based primers containing aryl amine and carboxylic acid monomers. *Dental Materials*, 13(2), 118-127.
- Tay, F.R., Gwinnett, J.A., and Wei, S.H. (1996). Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free acetone-based, singlebottle primer/adhesives. *Dental Materials*, 12(4), 236-244.
- Taylor M.J., and Lynch, E. (1992). Microleakage. *Journal of Dentistry*, 20, 3-10.
- Tazegül, S., Koçak, M.M., Topuz, Ö., Özcan, S., Altun, A., and Erten, H. (2006). Üç farklı solüsyonun streptococcus mutans ve enterococcus faecalis üzerine antimikrobiyal etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Eskişehir Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 27, 153-158.

- Tekçe, N. (2013). İn vitro bağlanma dayanım testleri ile klinik çalışmalar arasındaki ilişki. *Eskişehir Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 34(2), 57-65.
- Tezvergil-Mutluay, A., Agee, K.A., Hoshika, T., Carrilho, M., Breschi, L., Tjäderhane, L., Nishitani, Y., Carvalho, R.M., Looney, S., Tay, F.R., and Pashley, D.H. (2010). The requirement of zinc and calcium ions for functional MMP activity in demineralised dentin matrices. *Dental Materials*, 26(11), 1059–1067.
- Thanaratikul, B., Santiwong, B., and Harnirattisai, C. (2016). Self-etch or etch-and-rinse mode did not affect the microshear bond strength of a universal adhesive to primary dentin. *Dental Materials Journal*, 35(2), 174-179.
- Tırnaksız, F., Karataş, A., Akkuş Arslan, Ş., Tuğcu Demiröz, F., İlbasmış Tamer, S. ve Algan, A. H. (2015). *Majistral ilaç rehberi*. 2. Baskı. Ankara: Türk Eczacılar Birliği Yayınları, 90.
- Titley, K. C., Chernecky, R., Rossouw, P. E., and Kulkarni, G. V. (1998). The effect of various storage methods and media on shear-bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. *Archives of Oral Biology*, 43, 4, 305-311.
- Toker, H., Ozdemir, H., Yuce, B.H., and Goze, F. (2016). The effect of boron on alveolar bone loss in osteoporotic rats. *Journal of Dental Science*, 11(3), 331-337.
- Topbas, C., and Adiguzel, O. (2017). Endodontic irrigation solutions: A review. *International Dental Research*, (7), 54–61.
- Torneck, C.D. (1994). Chapter 10: Dentin-pulp complex. A.R. Ten Cate. (Ed.). *Oral histology: Development, structure, and function*. 4. Baskı. St. Louis: Mosby-Year Book Inc, 169-217.
- Tosun, E. (2010). *Çeşitli örneklerdeki borun spektrofotometrik tayini*. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 22.
- Totu, F. (2006). *Kavite dezenfektanlarının ve antibakteriyel dentin bonding sisteminin, kompozit restorasyonların mikrosızıntı ve bağlanma kuvvetlerine etkisi*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 25.
- Triolo Jr, P. T., and Swift Jr, E. J. (1992). Shear bond strengths of ten dentin adhesive systems. *Dental Materials*, 8(6), 370-374.
- Tulunoğlu, O., Ayhan, H., Ölmez, A., and Bodur, H. (1998). The effect of cavity disinfectants on microleakage in dentin bonding systems. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 22, 299-305.
- Türkün, M., Türkün, L.S., and Ateş, M. (2004a). Antibacterial activity of cavity disinfectants. *Balkan Journal of Stomatology*, 8, 214-219.
- Türkün, M., Türkün, L.S., ve Ateş, M. (2003). Antibacterial activity of a self-etching adhesive system containing, “MDPD”. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 20, 41-46.

- Türkün, M., Türkün, L.Z., and Kalender, A. (2004b). Effect of cavity disinfectants on the sealing ability of nonrinsing dentin-bonding resins. *Quintessence International*, 35, 469-476.
- Türkün, M., ve Kaya, A.D. (2003). Kavite dezenfektanlarının dentin üzerindeki renklendirici etkisi, *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 30, 215-222.
- Tüzüner, T. (2008). *Cetrimide, Cetylpyridinium Chloride, Benzalkonium Chloride ve Chlorhexidine ile kombine kullanılan fuji IX'un fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 25.
- Tüzüner, T., Ulusoy, A.T., Baygin, O., Yahyaoglu, G., Yalcin, I., and Buruk, K. (2013). Direct and transdental (indirect) antibacterial activity of commercially available dental gel formulations against *Streptococcus Mutans* *Medical Principles and Practice*, 22, 397-401.
- Ulgey, M., and Gorler, O. (2021). The Effect of Different Acid Treatments on Shear Bond Strength Between Monolithic Zirconia and Dentin Surface. *Cumhuriyet Dental Journal*, 24(1), 1-9.
- Uygun, G. (2007). *Diş Hekimliğinde El Hijyeni ve Lateks Allerjisi*. 5. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, 648-661.
- Valizadeh, S., Moradi, A., Mirazei, M., Amiri, H., and Kharazifard, M. J. (2019). Microshear bond strength of different adhesive systems to dentin. *Frontiers in Dentistry*, 16(4), 265.
- Van Dijken, J., W., Sunnegardh-Gronberg, K., and Lindberg, A. (2007). Clinical long-term retention of etch-and-rinse and self-etch adhesive systems in non-carious cervical lesions. A 13 years evaluation. *Dental Materials*, 23(9), 1101–1117.
- Van Houte, J. (1994). Role of microorganisms in caries etiology. *Journal of Dental Research*, 73, 672-681.
- Van Landuyt, K., De Munck, J., Coutinho, E., Peumans, M., Lambrechts, P., and Van Meerbeek, B. (2005). Bonding to dentin: Smear layer and the process of hybridization. In G. Eliades, D.C. Watts and T. Eliades (Eds.). *Dental hard tissues and bonding interfacial phenomena and related properties*. Berlin: Springer, 89-122.
- Van Landuyt, K., L., Mine, A., De Munck, J., Jaecques, S., Peumans, M., Lambrechts, P., and Van Meerbeek, B. (2009). Are one-step adhesives easier to use and better performing? Multifactorial assessment of contemporary one-step self-etching adhesives. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 11(3), 175-190.
- Van Landuyt, K., L., Snauwaert, J., De Munck, J., Peumans, M., Yoshida, Y., Poitevin, A., Coutinho, E., Suzuki, K., Lambrechts, P., and Van Meerbeek, B. (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, 28(26), 3757-3785.

- Van Meerbeek, B., De Munch, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P., Van Landuyt, K., Lambrechts, P., and Vanherle, G. (2003). Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative Dentistry*, 28(3), 215- 235.
- Van Meerbeek, B., Inoue, S., Perdiago, J., Lambrechts, P., and Vanherle, G. (2001). Enamel and dentin adhesion. In J.B. Summitt, J.W. Robbins, and R.S. Schwartz (Eds.). *Fundamentals of operative dentistry*. Second edition. Carol Stream: Quintessence International, 178-235.
- Van Meerbeek, B., Peumans, M., Poitevin, A., Mine, A., Van Ende, A., Neves, A., and De Munck, J. (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials*, 26(2), 100-121.
- Van Meerbeek, B., Van Landuyt, K., De Munck, J., Hashimoto, M., Peumans, M., and Lambrechts, P. (2005). Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dental Materials Journal*, 24(1), 1-13.
- Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Yoshida, Y., Mine, A., De Munck, J., and Van Landuyt, K., L. (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials*, 27(1), 17-28.
- Van Strijp, A.J.P., Steenberghe, T.J.M., and Cate, J.M. (1997). Effects of chlorhexidine on the bacterial colonization and degradation of dentin and completely demineralized dentin in situ. *European Journal of Oral Sciences*, 105, 27-35.
- Velo, M.M.A.C., Coelho, L.V.B.F., Basting, R.T., Amaral, F.L.B., and França, F.M.G., (2016). Longevity of restorations in direct composite resin: literature review. *Revista Gaúcha de Odontologia*, 64(3), 320-326.
- Versluis, A., Tantbirojn, D., and Douglas, W.H. (1998). Do dental composites always shrink toward the light? *Journal of Dental Research*, 77, 1435–1445.
- Vianna, M.E., Gomes, B.P.F.A., Berber, V.B., Zaia, A.A., Ferraz, C.C.R., and de Souza-Filho, F.J. (2004). In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology*, 97(1), 79-84.
- Vicente, A., Bravo, L., A., and Romero, M. (2006). Self-etching primer and non-rinse conditioner versus phosphoric acid: alternative methods for bonding brackets. *European Journal of Orthodontics*, 28(1), 173-178.
- Vieira, H. H., Catelan, A., Lima, D. A. N. L., Aguiar, F. B., Giorgi, M. C., Paulillo, L. M. S., and Lovadino, J. R. (2016). Influence of matrix type on microshear bond strength test. *Dental Cadmos*, 84(5), 314-318.
- Visuri, S.S., Gilbert, J.L., Wright, D.D., Wigdor, H.A, and Walsh, J.T., Jr (1996). Shear Strength of composite bonded to Er: YAG Laser-prepared dentin. *Journal of Dental Research*, 75, 599.

- Waggoner, W.F. (2005). *Restorative dentistry for the primary dentition*. In J.R. Pinkham, P.S. Casamassimo, H.W. Jr. Fields, D.J. McTigue, and A.J. Nowak (Eds.). *Pediatric dentistry: Infancy through adolescence*. 4. Baskı. St. Louis, Mo: Elsevier Saunders, 341-374.
- Wang, M.Y., West, B.J., Jensen, C.J., Nowicki, D., Su, C., Palu, A.K., and Anderson, G. (2002). *Morinda citrifolia* (Noni): a literature review and recent advances in Noni research. *Acta Pharmacologica Sinica*, 23(12), 1127-1141.
- Wang, Y., Spencer, P., Hager, C., and Bohaty, B. (2006). Comparison of interfacial characteristics of adhesive bonding to superficial versus deep dentine using SEM and staining techniques. *Journal of Dentistry*, 34(1), 26-34.
- Weintraub, J.A. (2001). Pit and fissure sealants in high-caries-risk individuals. *Journal of Dental Education*, 65(10), 1084-1090.
- Williams, P.T., Schramke, D., and Stockton, L. (2002). Comparison of two methods of measuring dye penetration in restoration microleakage studies. *Operative Dentistry*, 27, 628-635.
- Wilson, A.D. and Kent, B.E. (1972). A new translucent for dentistry. The glass ionomer cement. *British Dental Journal*, 132(4), 133-135.
- Wilson, N.H.F. (2001). Direct adesive materials: current perceptions and evidence-future solutions. *Journal of Dentistry*, 29, 307-316.
- Wilson, P., and Beynon, A. (1989). Mineralization differences between human deciduous and permanent enamel measured by quantitative microradiography. *Archieves of Oral Biology*, 34, 85-88.
- Yalçın, Ç.F., Gürgan, S. ve Attar, N. (2010). Microbiology of dental caries. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 34(3-4), 78-91.
- Yap, A.U. (2000). Effectiveness of polymerization in composite restoratives claiming bulk placement; impact of cavity depth and exposure time. *Operative Dentistry*, (25), 113-120.
- Yeli, M., Kidiyoor, K.H., and Kumar, P. (2010). Recent advances in composite resins- a review. *Annals and Essences in Dentistry*, 2(3), 134-136.
- Yıldırım, S., Tosun, G., Koyutürk, A. E., Şener, Y., Şengün, A., Özer, F., and Imazato, S. (2008). Microtensile and microshear bond strength of an antibacterial self-etching system to primary tooth dentin. *European Journal of Dentistry*, 2(01), 11-17.
- Yılmaz, E.A., Boncukcuoğlu, R., Kocakerim, M.M., Yılmaz, T.M., and Paluluoğlu, C. (2003). Boron removal from geothermal waters by electrocoagulation. *Journal of Hazardous Materials*, 153(1-2), 146-151.
- Yiu, C.K., Hiraishi, N., Tay, F.R., and King, N.M. (2012). Effect of chlorhexidine incorporation into dental adhesive resin on durability of resin-dentin bond. *Journal of Adhesive Dentistry*, 14, 355–362.

- Yoshida, Y., Nagakane, K., Fukuda, R., Nakayama, Y., Okazaki, M., Shintani, H., Inoue, S., Tagawa, Y., Suzuki, K., De Munck, J., and Vanmeerbeek, B. (2004). Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *Journal of Dental Research*, 83, 454–458.
- Yoshikawa, K., Clark, D.T., Brailsford, S.R., Beighten, D., Watson, T.F., Imazato, S., and Momoi, Y. (2007). The effect of antibacterial monomer MDPD on the growth of organisms associated with root caries. *Dental Materials Journal*, 26, 388-392.
- Zagdwon, A.M., Fayle, S.A., and Pollard, M.A. (2003). A prospective clinical trial comparing preformed metal crowns and cast restorations for defective first permanent molars. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 4(3), 138-142.
- Zer, Y., Karabacak, F.N. ve Büyüktaş Manay, A. (2022). Borik asitin dezenfektan etkinliğinin araştırılması. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 79(1), 145-152.
- Zero, D.T. (1999). Dental caries process. *Dental clinics of North America*, 43, 635-664.
- Zheng, P., Zaruba, M., Attin, T., and 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.
- Zhou, J., Tan, J., Chen, L., Li, D., and Tan, Y. (2009). The incorporation of chlorhexidine in a two-step self etching adhesive preserves dentin bond in vitro. *Journal of Dentistry*, 37, 807-812.

EKLER

EK-1. Etik kurul onayı

Lvrak Tarih ve Sayısı: 03.11.2022-E.5016 /0



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-21071282-050.99-501670
Konu : Prof. Dr. Ayşegül ÖLMEZ

03.11.2022

Sayın Prof. Dr. Ayşegül ÖLMEZ
Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Başkanlığına

Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna, etik açıdan değerlendirilmek üzere sorumlu araştırmacı Prof. Dr. Ayşegül ÖLMEZ tarafından sunulan "Süt Dişi Kompozit Rezın Restorasyonlarında Kavite Dezenfektanı Olarak Kullanılan Borik Asitin Mikrosızıntı ve Mikro-Makaslama Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi" konulu çalışmanız Kurulumuz tarafından 04.07.2019 tarih ve 13 numaralı toplantımızda incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur.

Tarafınızca, 26.10.2022 tarihinde vermiş olduğunuz dilekçe ve ilgili eklere istinaden "Çalışma Başlığında Değişiklik ve Araştırma Süresinin Revize Edilmesi" talebiniz Kurulumuz tarafından 03.11.2022 tarih ve 21 numaralı Etik Kurul toplantısında değerlendirilmiş olup, yeni çalışma başlığınız "Kavite Dezenfeksiyonunda Kullanılan Farklı Konsantrasyonlardaki Borik Asitin Mikrosızıntı ve Mikromakaslama Bağlanma Dayanımının Süt Dişlerinde Değerlendirilmesi" ve Araştırmanın Planlanan Bitiş Süresinin de 30.12.2022 tarihine kadar uzatılması kabul edilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ
Kurul Başkanı

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Palaz, Erdem
Uyruğu : Türk

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi/Dış Hekimliği Fakültesi Çocuk Dış Hekimliği Anabilim Dalı	Devam ediyor
Lisans	Hacettepe Üniversitesi/Dış Hekimliği Fakültesi	2014
Lise	Muğla 75. Yıl Fen Lisesi	2009
Ortaokul	Turgut Karabağlı Ortaokulu	2004
İlkokul	Atatürk İlköğretim Okulu	2001

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

- Palaz, E. and Olmez, A. (2021). Evaluation of the effects and effectiveness of cavity disinfectants. *Journal of Gazi University Health Sciences Institute*, 3(1), 18-27.
- Palaz, E. ve Ölmez, A. (2016, 19-21 May). *Drug reaction*. TDA 22 International Dental Congress İzmir, Türkiye.
- Palaz, E. ve Ölmez, A. (2016, 24-28 Eylül). *Labial frenulum kaynaklı orta hat diasteması: Bir olgu sunumu*. 23.Türk Pedodonti Derneği Bilimsel Kongresi, Celestyal Nefeli Kuşadası. (Poster sunumu).
- Palaz, Z. H., Palaz, E. ve Akal, N. (2020). Süt molar diş çekimi sırasında 3D video gözlük kullanımının çocuklarda ağrı ve anksiyete üzerine etkisi. *Acta Odontologica Turcica*, 37(3), 71-77.



GAZiLi OLMaK AYRICALIKTiR...

