

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**SÜT DİŞLERİNDE KULLANILAN PEDİATRİK
KURONLARIN POLİSAJ İŞLEMİ SONRASINDA
YÜZEY ÖZELLİKLERİNDE MEYDANA GELEN
DEĞİŞİKLİKLER VE BAKTERİ TUTULUMUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Merve Nur ANLAR

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Zülfikar Zahit ÇİFTÇİ

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**SÜT DİŞLERİNDE KULLANILAN PEDIATRİK
KURONLARIN POLİSAJ İŞLEMİ SONRASINDA
YÜZEY ÖZELLİKLERİNDE MEYDANA GELEN
DEĞİŞİKLİKLER VE BAKTERİ TUTULUMUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Merve Nur ANLAR

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Zülfikar Zahit ÇİFTÇİ

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından
TDH-2020-5444 proje numarası ile desteklenmiştir.

2022-ANTALYA

ONAY SAYFASI

Merve Nur ANLAR tarafından sunulan bu çalışma jürimiz tarafından **oy birliği/oy çokluğu** ile Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir. 11/05/22

İmza

Üye : Doç. Dr. Özge GÜNGÖR
(Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi)

Üye : Dr. Öğr. Üy. Zülfıkar Zahit ÇİFTÇİ
(Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi)

Üye : Dr. Öğr. Üy. Yıldırım ERDOĞAN
(Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi)

Bu tez, 20/04/2022 tarih ve 16/104 sayılı Yönetim Kurulu kararıyla belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Diş Hekimliği Fakültesi

Kurum Yöneticisi

Prof. Dr. Alper KUŞTARCI

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Aday

Dt. Merve Nur ANLAR

İmza

TEŞEKKÜRLER

Uzmanlık eğitimimde ve tezimin her aşamasında büyük bir sabır ve titizlikle bana yardımcı olup değerli bilgi ve tecrübeleri ile yol gösteren; desteğini her zaman hissettiğim, öğrencisi olmaktan dolayı kendimi şanslı hissettiğim, değerli hocam ve tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Zülfikar Zahit ÇİFTÇİ'ye,

Uzmanlık eğitimim süresince akademik ve klinik tecrübelerinden çok şey öğrendiğim, her konuda ilgi ve desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Hüseyin KARAYILMAZ'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca kıymetli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocam Doç. Dr. Özge GÜNGÖR'e,

Saygıdeğer jüri hocam Dr. Öğr. Üyesi Yıldırım ERDOĞAN'a,

Tezimin mikrobiyoloji kısmının hazırlanmasında emeği geçen sayın Prof. Dr. Ahmet Yılmaz ÇOBAN, Öğr. Gör. Kübra YILDIRIM ve değerli ekibine,

Tez çalışmama maddi destek sağlayan, AÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne,

Uzmanlık eğitimim boyunca beraber çalışmaktan hep mutluluk duyduğum her türlü yardımları ve destekleri ile her zaman yanımda olan tanımdan dolayı büyük mutluluk duyduğum mezun olan ve eğitimi devam eden çok değerli, sevgili asistan arkadaşlarıma,

Tüm hayatım boyunca hiçbir fedakarlıktan çekinmeden her anımda yanımda olan, sevgi ve destekleriyle bu günlere gelmemde büyük emekleri olan canım annem Hatice ANLAR ve babam Lutfi ANLAR'a tüm kalbimle sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Çalışmamızın amacı; süt dişlerinde kullanılan hazır zirkonyum kuron (HZK) ve hazır fiber kuron (HFK)'ların başlangıç ve polisaj uygulamaları sonrasında, yüzey pürüzlülükleri, yüzey topografileri ve biyofilm oluşumunun değerlendirilmesidir.

Yöntem: Çalışmamızda, 12 adet HZK ve 18 adet HFK olmak üzere iki farklı materyal kullanılmıştır. Ön dişler için hazırlanmış pediatrik kuronlar ön ve arka olmak üzere ikiye ayrılmış ve daha sonra 5x5 mm boyutlarında kesilerek çalışma örnekleri hazırlanmıştır. Her birinde 12 adet olacak şekilde 5 grup oluşturulmuştur. Oluşturulan gruplarda polisaj işlemi öncesi ve sonrasında atomik kuvvet mikroskobu (AFM) cihazı ile yüzey topoğrafisinin, profilometre cihazı ile yüzey pürüzlülüğünün ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile materyal yüzeyinin mikro görüntülemesinin yapılarak karşılaştırılması, aynı şekilde polisaj yapılmamış ve yapılmış örnekler üzerinde polimikrobiyal biyofilm oluşumunun SEM ile görüntülenmesi ve bakteri sayımları yapılmış, elde edilen verilen karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Her iki kuron grubu birbiriyle karşılaştırıldığında HZK gruplarının HFK gruplarından istatistiksel olarak daha düşük pürüzlülük değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Polisaj uygulamalarının kuron materyallerinin yüzeylerinde meydana getirdiği değişimler incelendiğinde tüm gruplarda polisaj sonrasında pürüzlülük değerlerinin azaldığı görülmüştür. Materyallerin yüzey pürüzlülüğü azaldıkça, yüzeye tutunan bakteri sayılarının da azaldığı belirlenmiştir. Toplam bakteri koloni sayıları, *S.mitis* ve *S.mutans* bakteri koloni sayıları ile yüzey pürüzlülük değerlerinin uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç: Bitirme ve polisaj işlemlerinin HFK'larda değişikliklere neden olduğu, HZK'larda ise büyük bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğünün bakteriyal adezyonunu etkilediği görülmüştür. Özellikle, *S.mutans* mikroorganizmasının tutulumu açısından HZK'ların kullanımının avantajlı olabileceği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüzey pürüzlülüğü, *S. mutans*, Hazır zirkonyum kuron, Hazır fiber kuron

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to evaluate the surface roughness, surface topography and biofilm formation of HFK and HZK at the before and after polishing.

Method: In our study, 12 HZK and 18 HFK were used. Pediatric crowns which are prepared for anterior teeth were divided into two as labial and palatal surfaces, and then specimens were prepared by cutting into 5x5 mm dimensions. It was aimed to compare the surface topography with the atomic force microscopy (AFM) device before and after the polishing process, surface roughness with the profilometer device, and micro-imaging of the surface and material surface by scanning electron microscopy (SEM). Likewise, the polymicrobial biofilm formation was displayed via SEM on the samples that were not polished and completed, and the bacterial counts were performed.

Results: When the groups are compared, it is seen that the HZK groups have statistically lower roughness values than the HFK groups. When the transformations, which are caused by the polishing applications on the surfaces of the crown materials, are examined, it is viewed that the roughness values decreased in all groups after the polishing. As the surface roughness of the materials decreases, so do the number of bacterias. Total bacterial colony numbers, *S.mitis* and *S.mutans* bacteria colony numbers, and surface roughness values are observed to be compatible.

Conclusion: : It is identified that the finishing and polishing processes cause changes on the HFK, yet they have not got a drastic effect on HZK. Moreover, it has been deduced that the surface roughness affects bacterial adhesion. In particular, it is regarded that the use of HZK may be beneficial in terms of the involvement of *S.mutans* microorganism.

Key words: Surface roughness, *S.mutans*, Pediatric zirconia crown, Pediatric fiberglass crown

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Tam Kural Restorasyonlar	3
2.1.1. Paslanmaz Çelik Kural	3
2.1.2. Polikarbonat Kural	7
2.1.3. Strip Kural	8
2.1.4. Hazır Zirkonyum Kural	9
2.1.5. Hazır Fiber Kural	13
2.2. Biyofilm	14
2.2.1. Biyofilmin Yapısı	15
2.2.2. Biyofilmin Oluşumu ve Gelişim Evreleri	16
2.2.3. Mikrobiyal Dental Plak	18
2.2.4. Mikrobiyal Dental Plak Oluşumu	19
2.2.5. Oral Streptokoklar	20
2.3. Bakteri Adezyonu ve Moleküler Mekanizması	22
2.4. Bakteri Adezyonu ve Biyofilmi İncelemekte Kullanılan Yöntemler	22
2.4.1. Mikroskopik Görüntüleme Teknikleri	23
2.4.2. Bakteri Sayım Yöntemleri	25
2.5. Restoratif Materyallerin Bakteri Adezyonunu Etkileyen Yüzey Özellikleri	26

2.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü	26
2.5.2. Yüzey Konfigrasyonu	28
2.5.3. Serbest Yüzey Enerjisi	28
2.5.4. Materyalin Elemental İçeriği	28
2.6. Bitirme ve Polisaj	29
2.6.1. Bitirme ve Polisaj İşlemlerinde Kullanılan Aşındırıcı Tipleri	29
3. GEREÇ ve YÖNTEM	32
3.1. Etik Kurul Onayı ve Gerekli Resmi İzinler	32
3.2. Çalışmada Kullanılacak Materyallerin Seçimi	32
3.3. Deney Gruplarının Oluşturulması	34
3.4. Çalışma Örneklerinin Hazırlanması	34
3.5. Çalışma Örneklerine Bitirme ve Polisaj İşlemlerinin Uygulanması	34
3.6. Profilometre Cihaz Ölçümlerinin Yapılması	36
3.7. Atomik Kuvvet Mikroskobu Ölçümleri	36
3.8. Örnekleri Taramalı Elektron Mikroskobu ile Görüntüleme	38
3.9. Örnek Yüzeylerinde Polimikrobiyal Biyofilm Oluşumu	39
3.9.1. Koloni Sayımları	41
3.9.2. Örneklerin Yüzeyinde Oluşturulan Polimikrobiyal Biyofilmin SEM ile Görüntülenmesi	44
3.10. Verilerin Değerlendirilmesi için İstatiksel Analizlerin Yapılması	44
4. BULGULAR	45
4.1. Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları	45
4.2. AFM Analizi Bulguları	46
4.3. SEM Analizi Bulguları	48
4.4. Bakteriyal Analiz Bulguları	49
4.5. Biyofilm Oluşumu Sonrası SEM Analizi Görüntüleri	52
5. TARTIŞMA	54

6. SONUÇ VE ÖNERİLER	69
KAYNAKLAR	70
EKLER	82
EK-1 Etik Kurul Onay Belgesi	82
ÖZGEÇMİŞ	84



SİMGELER ve KISALTMALAR

$^{\circ}\text{C}$	Santigrat Derece
AFM	Atomik Kuvvet Mikroskobu
Ark	Arkadaşları
Ca	Kalsiyum
Ce	Seryum
CFU	Coloni Forming Unit
EPM	Ekstrasellüler Polimerik Matriks
EPS	Ekstrasellüler Polisakkarit
Gr	Gram
HFK	Hazır Fiber Kuron
ICC	Intra Class Correlation Coefficient
KTLM	Konfokal Lazer Tarama Mikroskobu,
Lt	Litre
Mg	Magnezyum
MSA	Mitis Salivarius Agar
ml	Mililitre
PBS	Phosphate Buffer Solution
PÇK	Paslanmaz Çelik Kuron
PI	Propidyum İyodür (PI)
Ra	Ortalama pürüzlülük
Rpm	Rp'nin ardışık beş örnek uzunluktaki ortalama değeri
Rq	Ortalama Kare Pürüzlülük
Rz	Ortalama Pürüzlülük Derinliği
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SFE	Serbest Yüzey Enerjisi
TSB	Tryptic Soy Broth
TSA	Tryptic Soy Agar
Y	Yitriyum
Y-TZP	Yitria Tetragonal Zirkonyum Polisakkariti
ZrO ₂	Zirkonyum Dioksit
QS	Quorum Sensing

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. PÇK görselleri	5
Şekil 2.2. Açık yüzlü PÇK ağız içi görseli	5
Şekil 2.3. Veneere edilmiş PÇK'ların ağız içi görseli	7
Şekil 2.4. Polikarbonat kuron görseli	8
Şekil 2.5. Strip kuron görseli	9
Şekil 2.6. ZrO ₂ Faz Değişimleri	10
Şekil 2.7. HZK ağız içi görseli	13
Şekil 2.8. HFK ağız içi uygulaması	14
Şekil 2.9. Biyofilmin Gelişim Evreleri	18
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan hazır fiber kuronlar	33
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan hazır zirkonyum kuronlar	33
Şekil 3.3. HFK ve HZK çalışma örnekleri	34
Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan tek aşamalı kompozit rezin polisaj lastikleri (Kerr opti1step polisher)	35
Şekil 3.5. Set içerisinde yer alan polisaj diskleri (3M Sof-Lex)	35
Şekil 3.6. HZK'ların polisajında kullanılan zirkonyum polisaj seti	36
Şekil 3.7. Profilometre cihazı ve kalibrasyon plağı	36
Şekil 3.8. Ultrasonik temizleme cihazı	37
Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan AFM cihazı	37
Şekil 3.10. SEM analizi öncesi örneklerin altın kaplanmış hali	38
Şekil 3.11. Örneklerin analizinin yapıldığı SEM cihazı (LEO 1430 VP, Zeiss, USA)	38
Şekil 3.12. Örneklerin içinde bulunduğu, biyofilmin oluşturulan steril tüpler	39
Şekil 3.13. Örneklerin yıkanmasında kullanılan solüsyonlar a) %0,2'lik sükroz içeren taze McBain, b) Steril PBS	40
Şekil 3.14. İnkübasyon için örneklerin bırakıldığı etüv	41
Şekil 3.15. Vorteks cihazı	42
Şekil 3.16. İçerisinde örnek bulunan besiyerinin dilüe edilmesi	42
Şekil 3.17. %5 kanlı TSA'da 48 saat inkübasyonun sonunda oluşan bakteri kolonileri	43

Şekil 3.18. Mitis Salivarius Agarda 48 saat inkübasyonun sonunda oluşan bakteri kolonileri	43
Şekil 3.19. S.mutans kolonizasyonu için hazırlanan agarda 48 saat inkübasyonun sonunda oluşan bakteri kolonileri	44
Şekil 4.1. Çalışma gruplarının polisaj materyallerine göre pürüzlülük(Ra) değişim değerleri	46
Şekil 4.2. HFK-A grubuna ait örneğin AFM görüntüsü	46
Şekil 4.3. HFK-B grubuna ait örneğin AFM görüntüsü	47
Şekil 4.4. HFK-C grubuna ait örneğin AFM görüntüsü	47
Şekil 4.5. HZK-A grubuna ait örneğin AFM görüntüsü	47
Şekil 4.6. HZK-B grubuna ait örneğin AFM görüntüsü	48
Şekil 4.7. HFK-A grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu öncesi SEM görüntüsü	48
Şekil 4.8. HFK-B grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu öncesi SEM görüntüsü	48
Şekil 4.9. HFK-C grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu öncesi SEM görüntüsü	49
Şekil 4.10. HZK-A grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu öncesi SEM görüntüsü	49
Şekil 4.11. HZK-B grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu öncesi SEM görüntüsü	49
Şekil 4.12. HFK-A grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu sonrası SEM görüntüsü	52
Şekil 4.13. HFK-B grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu sonrası SEM görüntüsü	52
Şekil 4.14. HFK-C grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu sonrası SEM görüntüsü	52
Şekil 4.15. HZK-A grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu sonrası SEM görüntüsü	52
Şekil 4.16. HZK-B grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu sonrası SEM görüntüsü	53

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1: Oral streptokoklar ve alt türleri	20
Tablo 2.2. Mutans Streptokok serotipleri	21
Tablo 2.3. Yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmede kullanılan parametreler	26
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller ve üretici firmaları	32
Tablo 4.1. Çalışma gruplarının ortalama pürüzlülük (Ra) değerleri	45
Tablo 4.2. Çalışma gruplarının genel bakteri koloni sayıları	49
Tablo 4.3. Çalışma gruplarının toplam koloni sayılarının karşılaştırılması	50
Tablo 4.4. Çalışma gruplarının <i>S.mitis</i> koloni sayılarının karşılaştırılması	51
Tablo 4.5. Çalışma gruplarının <i>S.mutans</i> koloni sayılarının karşılaştırılması	51

1. GİRİŞ

Diş çürüğü; oluşumunda pek çok faktörün rol oynadığı, asit üreten karyojenik bakteriler ve fermente olabilen karbonhidratların, diş sert dokularının fiziksel ve kimyasal yıkımına neden olduğu kronik davranışsal ve bulaşıcı bir hastalıktır.⁽¹⁾ Gelişmekte olan ülkelerde, toplum ağız diş sağlığı konusundaki bilgilerin ve çürüğün önlenmesine yönelik uygulamaların yeterli olmaması nedeniyle, özellikle süt dişleri, sürmesinden kısa bir süre sonra çürük ve aşırı madde kaybı nedeniyle çekilme riski ile karşı karşıya kalmaktadır.^(2, 3) Bu nedenle süt dişlerinin uygun şekilde restore ve tedavi edilerek, düşme zamanına kadar korunması gerekmektedir.⁽⁴⁾

Diş hekimliği alanındaki gelişmelere rağmen, süt dişlerinin restorasyonlarında hala memnun edici sonuçlar elde edilmesinde zorluklar yaşanmaktadır. Süt dişlerinin küçük boyutları, diş yüzeyinin pulpaya yakın oluşu, bonding işlemi için mine yüzeyinin ince ve dar olması, süt dişlerinde sık olarak görülen tüberkül tepelerini içine alan çürüklerin restorasyonlarının oklüzal kuvvetlere dayanıksız oluşu, çocuğun davranış problemleri ve tedavinin maliyeti bu dişlerin restorasyonlarını güçleştirmektedir.^(5, 6)

Süt dişlerinin restorasyonunda yaygın olarak amalgam, cam iyonomer siman, poliasit modifiye kompozit rezin (kompomer), kompozitler kullanılmakta olup; yüksek çürük riski, pulpal tedavi görmüş dişler, aşırı madde kaybı olan dişlerde restorasyon güçleşmektedir. Bu dişlerde tam kuronal kaplama restorasyonları önerilmektedir.⁽⁷⁾ Bu amaçla geçmişten günümüze; paslanmaz çelik kuron (PÇK)'lar, veneere edilmiş PÇK, açık yüzlü PÇK, polikarbonat kuronlar, strip kuronlar ve zirkonyum kuronlar kullanılmaktadır.⁽⁸⁾

PÇK'lar, çocukların süt ve daimi dişleri için en çok tercih edilen kuron restorasyonu olmuştur. İyi bir uyum elde edilmesini sağlayacak kadar esnek olmaları, dayanıklılığı, nispeten düşük fiyatlı olması bunda etkili olmuştur. Ancak bunların yanında PÇK'ların estetik özelliğinin yetersiz kalması tercih edilebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir.⁽⁹⁾

Çocuk diş hekimliğinde kullanılmak üzere son yıllarda hazır zirkonyum kuron (HZK)'lar geliştirilmiştir. HZK'lar süt dişlerinin restorasyonunda kullanılan, metal içermeyen ancak metale benzer mekanik özelliklere sahip, doğal diş renk ve

konturunda üretilmiş kuronlardır.^(10, 11) Ancak bunların yanında dişlerde aşırı preparasyon gerekliliği ve yüksek maliyeti gibi dezavantajları da bulunmaktadır.⁽¹²⁾

Düşük maliyetli ve en önemlisi dişte daha az preparasyon gerektiren hazır fiber kuronlar (HFK) yakın geçmişte kullanıma girmiştir. Cam fiberlerin renksiz, doku ile uyumlu, estetik, esnek ve dirençli olması gibi özelliklerinden bahsedilmekle birlikte bu kuronlarla ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır.⁽¹³⁾

Kuron kenarının kısaltılması gerektiğinde, anterior çapraşıklıkta, okluzal düzeltme gereksinimi gibi belirli durumlarda kuronlarda işlem yapılması gerekebilmektedir. Bitirme işlemlerindeki amaç, istenen anatomik şekil ve restorasyon konturlarının adaptasyonunun elde edilmesidir. Bu işlemler sonrasında da pürüzlülüğü en aza indirgeyebilmek için polisaj işlemleri yapılmaktadır. Tüm bu işlemler sonrasında materyal yüzeyinde değişimler olmaktadır. Restorasyondaki pürüzlü yüzeyler, gingival enflamasyon ve bitişik dişlerde çürük gelişimine yol açabilecek plak oluşumu riskini artırır.^(14, 15)

Materyaller üzerinde görülen mikrobiyal adezyonun; yüzey yapısına, materyalin içeriğine ve mikrobiyal hücre yüzeyinin fizikokimyasal yapısına bağlı olduğu bildirilmektedir. Materyal yüzeyinin pürüzlü olmasının bakteri adezyonunu arttırdığı bildirilmektedir.^(16, 17)

Restorasyonun yeterli olmayan bitirme işlemi yüzeyde ve oral kavitedeki bitişik alanlardaki biyofilm adezyonunu destekler. Bu etkiyi en aza indirmek, girintileri elimine etmek ve pürüzsüz bir yüzey sağlamak için farklı polisaj sistemleri geliştirilmiş. Zımpara diskleri, lastik frezler ve elmas frezler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu prosedürlerin restorasyonların yüzey karakteristiklerine ve biyofilm formasyonuna etkisini değerlendirmek için çalışma sayısının artırılmasına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Bu nedenle çalışmamızın amacı; HZK ve HFK'ların polisaj işlemi öncesi ve sonrasında yüzey pürüzlülükleri, yüzey topoğrafileri ve biyofilm oluşumunun in vitro olarak araştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Tam Kural Restorasyonlar

Çocuklarda süt ve daimi dentisyonda restoratif tedavi için kullanılan birçok dental materyal mevcuttur ve bu materyaller sürekli gelişim göstermektedir.⁽¹⁸⁾ Restoratif materyal seçimi; diş, hasta, hekim ve restoratif materyalin özellikleri gibi birçok faktörün bir arada değerlendirilmesi ile yapılmaktadır.⁽¹⁹⁾

Geçmişten günümüze ideal diş yapısının korunmasına yardımcı olmak amacıyla tüm diş yüzeyini kaplayan çeşitli materyallerin kullanılması yaygınlaşmıştır.^(20, 21) Süt dişlerinin estetik restorasyonlarında; küçük boyutları, pulpa yapısının yüzeye yakın olması, ince mine yapısı, yapıştırma için yetersiz yüzey alanı gibi yapısal özellikleri nedeniyle kural kaplama materyalleri önerilmektedir. Bunların yanı sıra, çocuğun davranışlarına ve kullanılan materyallerin maliyeti de kural tercihini etkilemektedir.⁽²²⁾ Pediatrik kural için endikasyonlar şunları içermektedir:

- Geniş/çok yüzeyli çürük veya lezyonlar
- Çizgi açılarının ötesine uzanan interproksimal çürükler
- Pulpotomi veya pulpektomi sonrası
- Yüksek çürük riski olan çocuklar
- Kırık dişlerin ara yüzey restorasyonu
- Bruksizm hastaları
- Servikal dekalsifikasyonlar
- Gelişimsel defektler
- Yer tutucu için dayanak olarak kullanılan dişler.⁽²³⁾

Çocuk diş hekimliğinde yaygın çürüklü süt dişlerinin tam kural restorasyonunda sıklıkla kullanılan kural; PÇK'lar, veneere edilmiş PÇK, açık yüzlü PÇK, polikarbonat kural, strip kural ve zirkonyum kuraldır. Bu materyallerin ve kural tiplerinin ayrı ayrı avantajları ve dezavantajları mevcuttur.⁽⁸⁾

2.1.1. Paslanmaz Çelik Kural

Diş hekimliğinde ilk kez 1950'lerde kullanılmaya başlayan PÇK'lar, aşırı madde kayıplı süt diş restorasyonlarında 60 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır.⁽²¹⁾ Bunlar dişlere uyarlanmış ve biyouyumlu bir yapıştırma maddesi ile simante edilen prefabrik

kuron formlarıdır (Şekil 2.1). Süt dişlerinde özellikle geniş çürükler, pulpal tedavi uygulanması, lokalize veya gelişimsel defekt bulunması, şiddetli bruksizm gibi durumlarda PÇK'lar kullanılmaktadır.⁽²⁴⁾

PÇK uygulamaları geleneksel restoratif tedavilere göre daha iyi sızdırmazlık sağlaması, iyi oklüzal kontak oluşturması, kuron restorasyonunun uygulanması için gereken sürenin daha az olması avantajlarına sahip olmasının yanı sıra ark uzunluğu ile oklüzal ilişkileri koruması, kuronun uygulama sonrası hastalarda rahatsızlığa sebep olmaması, kabul edilebilirliğinin yüksek olması, süt dişinin fizyolojik rezorpsiyonları gerçekleşinceye kadar fonksiyonda kalması, çürük aktif bireylerde, karyojenik enfeksiyonun kontrol altına alınmasının sağlanması gibi özelliklere sahiptir.⁽²⁵⁾ PÇK'ların, çok yüzlü amalgam restorasyonlara göre, daha dayanıklı ve uzun ömürlü olduğu belirtilmektedir.⁽⁶⁾

Sigal ve ark.⁽²⁶⁾ tarafından yapılan çalışmada; en az bir PÇK restorasyonu olan hastalarda toplam 2621 daimi diş restorasyonu radyografik analiz ile değerlendirilmiştir. Çalışmada sağkalım oranları yüksek bulunan PÇK'lar, dayanıklılığı ve prognozunun daha iyi olduğu düşünülerek iyi bir tedavi alternatifi olarak değerlendirilmiştir.

Sharaf ve Farsi⁽²⁷⁾ tarafından yapılan çalışmada 254 dişteki PÇK restorasyonu klinik ve radyografik olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada; kuron marjinal uzanımı, kuron marjinal adaptasyonu, proksimal temaslar, dişeti indeksi ve kuronların ağızda bulunma süresi ile çocuğun ağız hijyen indeksi değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre değerlendirilen tüm indekslerde kabul edilebilir bir başarıya sahip olduğu bildirilmiştir.

PÇK'ların tüm bu olumlu özelliklerine rağmen metalik görünümü sıklıkla çocuklar ve ebeveynler tarafından bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Günümüzde süt dişlerinin estetik restorasyonu pediatrik diş hekimliğinde dayanıklılıkları kadar önem kazanmaktadır.⁽⁹⁾ Estetik özelliği artırmak amacıyla PÇK'lar modifiye edilmiş, açık yüzlü PÇK'lar ve veneree edilmiş PÇK'lar geliştirilmiştir.^(8, 28)

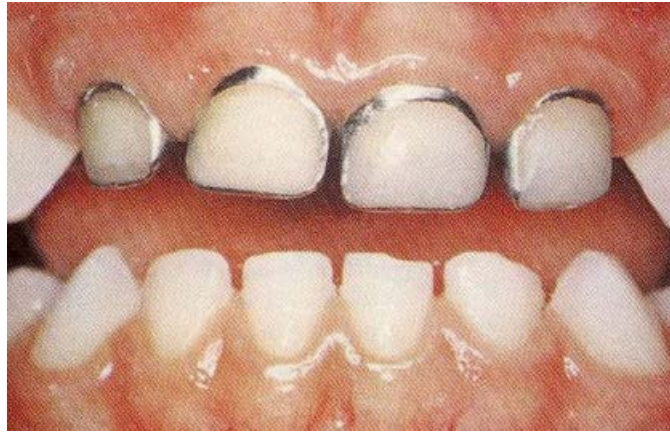


Şekil 2.1. PÇK görselleri

Açık Yüzlü Paslanmaz Çelik Kuronlar

İlk defa 1983'te kullanıma giren açık yüzlü PÇK'lar, geleneksel PÇK'ların estetik dezavantajını ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir.⁽²⁹⁾ PÇK'ların güçlü yönlerinden yararlanmak ve tedavi edilen dişlerin görünümünü iyileştirmek için kuronun bukkal yüzeyi kesilmekte ve bu alan kompozit rezinle kaplanmaktadır.⁽³⁰⁾

Açık yüzlü PÇK'larda; rezinin diş dokusuna kuvvetli adezyon göstermesi, dentin bonding ajan kullanımı ve fosforik asitle pürüzlendirme bu restorasyonların başarısını artırmaktadır (Şekil 2.2).^(30, 31) Ancak tüm bunların yanında prosedürün zaman alıcı olması, metal marjinlerin hala görülebilir olması, kanama kontrolünün zorlaşması, oral koşullarda zayıf renk stabilitesine sahip olması gibi dezavantajlara da sahiptir.⁽²⁸⁾



Şekil 2.2. Açık yüzlü PÇK ağız içi görseli ⁽³¹⁾

Veneere Edilmiş Paslanmaz Çelik Kuronlar

Açık yüzlü PÇK'ların hazırlanmasında ve uygulamasında karşılaşılan problemler nedeniyle, alternatif olarak veneere edilmiş PÇK'lar geliştirilmiştir. Prefabrike olarak

veneere edilmiş olan PÇK'lar, klinikte ve hasta ağızında herhangi bir hazırlık işlemi gerektirmeden simante edilebilen estetik görünümlü bir kuron çeşididir.⁽³²⁾

Veneere edilmiş PÇK'lar, geniş çürük lezyonları olan süt dişleri için potansiyel bir estetik ve dayanıklı restorasyon sunmaktadır, çünkü bu kronların geleneksel PÇK'ların dayanıklılığını kompozit rezinin estetik özelliği ile birleştirdiği iddia edilmektedir. Başlangıçta süt ön dişler için geliştirilen veneere edilmiş PÇK'lar, daha sonra süt azı dişleri için de tercih edilir hale gelmiştir.⁽³³⁾

Veneere edilmiş PÇK'lar ile nispeten kısa tedavi süresi ile estetik açıdan kabul edilebilir bir sonuç elde edilmektedir. Açık yüzlü PÇK'ların aksine nem kontrolünün zor olduğu koşullarda iyi sonuç vermekte, tükürük ve kanamadan etkilenme sorunu olmamaktadır (Şekil 2.3).^(31, 34) Tüm bunların yanında; rezin eklenmesi, geleneksel bir PÇK'ya kıyasla daha fazla kalınlığa sahip bir PÇK oluşturur ve bu nedenle, uygun adaptasyon ve oklüzyona izin vermek için daha kapsamlı diş preparasyonu gerekir. Diş hekiminin renk seçimi kısıtlıdır bu nedenle daha yapay bir görüntü elde edilebilmektedir. Veneere edilmiş PÇK'lar, geleneksel PÇK'lardan daha maliyetlidir.⁽³³⁾ Resin bulunan labial kısım, rezinin marjinden ayırabileceğinden dolayı kıvrılamaz. Bu nedenle adaptasyon ve uyum geleneksel PÇK'larda daha iyidir. Denenen ancak uymayan kuronlar, yüksek ısı ve basınç altında sterilize edilemez. Çünkü bu işlem resin yapısına zarar vermektedir. Veneere edilmiş PÇK'ların hacmi nedeniyle birkaç kuronun yerleştirilmesi gereken çapraşıklık veya yer kaybı olan hastalarda kullanımı zordur.⁽³⁵⁾

Yılmaz ve Koçoğulları'nın ⁽³⁶⁾ 2004 yılında yaptığı çalışmada arka grup süt dişlerinde açık yüzlü PÇK'lar ile veneere edilmiş PÇK'lar karşılaştırılmıştır. Çalışmada 18 açık yüzlü PÇK ve 15 veneere edilmiş PÇK kullanılmış olup 6 aylık değerlendirmelerle 18 ay boyunca takip edilmiştir. Bu çalışma, açık yüzlü PÇK'ların, veneere edilmiş PÇK'lardan daha yüksek ancak önemli ölçüde farklı olmayan bir başarı oranına sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmada üst ark kuronları, alt arktakilerden daha yüksek bir başarı oranı sergilemiştir.

Champagne ve ark.⁽²⁸⁾ 58 çocuğa uyguladıkları veneere edilmiş PÇK'ları en az 6 ay sonra değerlendirmek üzere bir ebeveyn anketi yapmışlardır. Uyguladıkları kuronların

dayanıklılık, şekil, renk gibi özelliklerini değerlendirdikleri ankette ebeveynlerin estetik olarak memnuniyeti %74 olarak bulunmuştur.



Şekil 2.3. Veneere edilmiş PÇK'ların ağız içi görseli ⁽³¹⁾

2.1.2. Polikarbonat Kuronlar

PÇK'lar gerekli fonksiyonel kriteri karşılarsa da, dişlerin görünümü konusunda beklentiyi karşılamada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle daha estetik bir görünüm elde etmek amacıyla polikarbonat kuronların kullanımı artmıştır. İlk kez 1970'lerde kullanılmaya başlayan polikarbonat kuronlar, ısı ile sertleşen akrilik rezinden prefabrike olarak üretilmiştir.⁽³⁷⁾ Yüksek sıkışma direnci ve rijitlik sergilerler, ısı ve basınçla istenilen forma getirildikleri için termoplastik rezinler olarak da adlandırılırlar (Şekil 2.4).^(31, 38)

Özellikle estetik özelliğin ön plana çıktığı ön süt dişlerinde, yaygın çürük varlığında ve biberon çürükleri olan çocuklarda sıklıkla polikarbonat kuronlar kullanılmaktadır. Bunların yanında travma görmüş dişler, renk değişikliği olan dişler ve pulpal tedavi sonrasında dişlerin restorasyonunda da polikarbonat kuronlar kullanılmaktadır.⁽³⁸⁾ Kullanım alanları PÇK'ya benzetmekle beraber, kullanılmaması gereken durumlar da mevcuttur. Bruksizm, dişlerde aşırı abrazyon görülmesi, aşırı madde kayıplı dişler, gingivitis, periodontitis gibi periodontal hastalığı mevcut hastalarda, çapraz veya derin kapanışın görüldüğü durumlarda kullanımı önerilmemektedir.^(12, 38, 39)

Polikarbonat kuronların pek çok avantajı bulunmaktadır. PÇK'lara göre daha estetikdir, trimlenmesi ve ayarlanması kolaydır, hasta başında geçirilen süre daha azdır.⁽³⁵⁾ Kuronun dişe başarılı bir şekilde yerleştirilmesi, hastaların uygun seçimine ve yeterli retansiyonu sağlayarak preparasyonun dikkatli bir şekilde yapılmasına bağlıdır.⁽³⁷⁾ Bunların yanında kırılabilir olması, renginin değişebilmesi ve

tutuculukların sınırlı olması gibi olumsuz özellikleri de bulunmaktadır.⁽³⁹⁾ Polikarbonat kuronlar, PÇK'ların aksine, güçlü aşındırıcı kuvvetlere direnç gösteremezler. Bazen kuronun kırılması veya yerinden çıkması görülebilmektedir.⁽³⁷⁾

Tüm bu olumsuz özellikleri ve kullanım alanlarının sınırlı olması nedeniyle polikarbonat kuronlara alternatif olarak strip kuronlar ortaya çıkmıştır.⁽³⁵⁾



Şekil 2.4. Polikarbonat kuron görseli ⁽³¹⁾

2.1.3. Strip Kuronlar

Bonding ajanlarının geliştirilmesi ve kompozit rezinlerin hem dentine hem de mineye bağlanabilmesiyle, aşırı madde kayıplı ön ve arka grup süt dişlerinin restorasyonunda, diş formunu, fonksiyonunu ve estetiğini tekrar sağlamak amacıyla rezin materyallerin kullanıldığı strip kuronlar geliştirilmiştir.⁽⁴⁰⁾ (Şekil 2.5) Strip kuronlar, çürük süt dişlerini restore etmek için 20 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır.⁽²⁸⁾

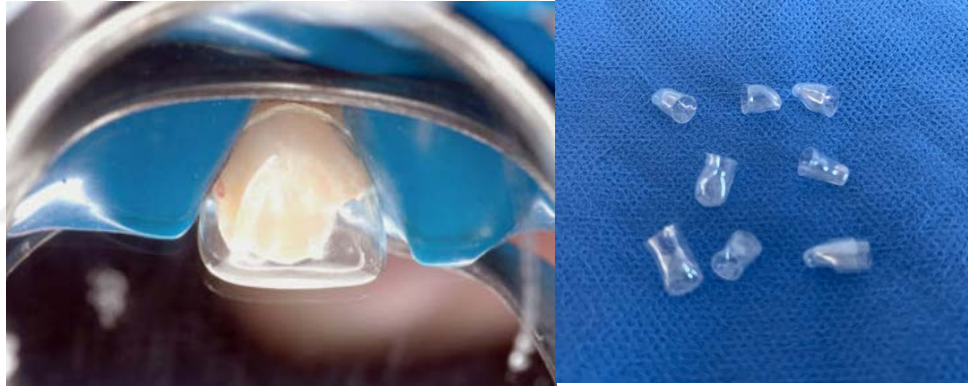
Strip kuronlar; ön süt dişlerinin yaygın veya çok yüzeyle çürüklerinde, konjenital olarak malformasyon varlığında, renk değişikliği olan, travma sonrası kırılan ön süt dişlerinde ve amelogenesis imperfekta gibi gelişimsel defektleri olan dişlerde kullanılmaktadır.⁽⁴¹⁾ Çürüklerin temizlenmesiyle bonding için yetersiz diş yüzey alanı kalması veya yaygın subgingival çürüklerin varlığında kullanımı zorlaşmaktadır. Nem kontrolünün zor olduğu durumlarda, derin kapanış varlığında ve gingivitis gibi restorasyon sırasında kanama problemi yaratacak periodontal hastalığın varlığında kullanımı önerilmemektedir.⁽³⁵⁾

Strip kuronların estetik özelliğinin yüksek olması nedeniyle ebeveyn memnuniyeti de oldukça fazladır.⁽⁴²⁾ Estetik olması ve kuronun kırılması durumunda onarım kolaylığı nedeniyle birçok klinisyenin ilk tercihidir. Ancak bu tedavi yöntemi, hassasiyete en

duyarlı seçenektir.⁽³⁵⁾ Strip kuron uygulamalarında, post operatif hassasiyet görülebilmektedir. Oklüzyon, strip kuron uzaklaştırılmadan önce kontrol edilememekte, gingival hatta yakın çürüklerde mikrosızıntı ve kanama problemi oluşabilmektedir.^(43, 44)

Chen ve ark.⁽⁴⁵⁾ tarafından yapılan çalışmada yaş ortalaması 3 olan 127 çocuğa, strip kuronlar ile toplam 418 restorasyon yapılmıştır. Bu restorasyonların sağkalım oranı 6 ay sonunda %97,8, 12 ayda %93,6 ve 18 ayda %89,2 olarak bulunmuştur. Bu çalışma, strip kuronların çürük temizlendikten sonra yeterli diş yapısına sahip ön dişler için dayanıklı ve estetik bir restorasyon olabileceğini göstermektedir.

Geçmişte strip kuronlar, çürüklü süt ön dişlerin tedavisi için mevcut tüm restorasyonlar içinde en estetik seçenek olarak kabul görmesine rağmen, günümüzde çocuk diş hekimliğine HZK'ların girmesi ile strip kuronların kullanımı azalmıştır.⁽⁴⁶⁾



Şekil 2.5. Strip kuron görseli

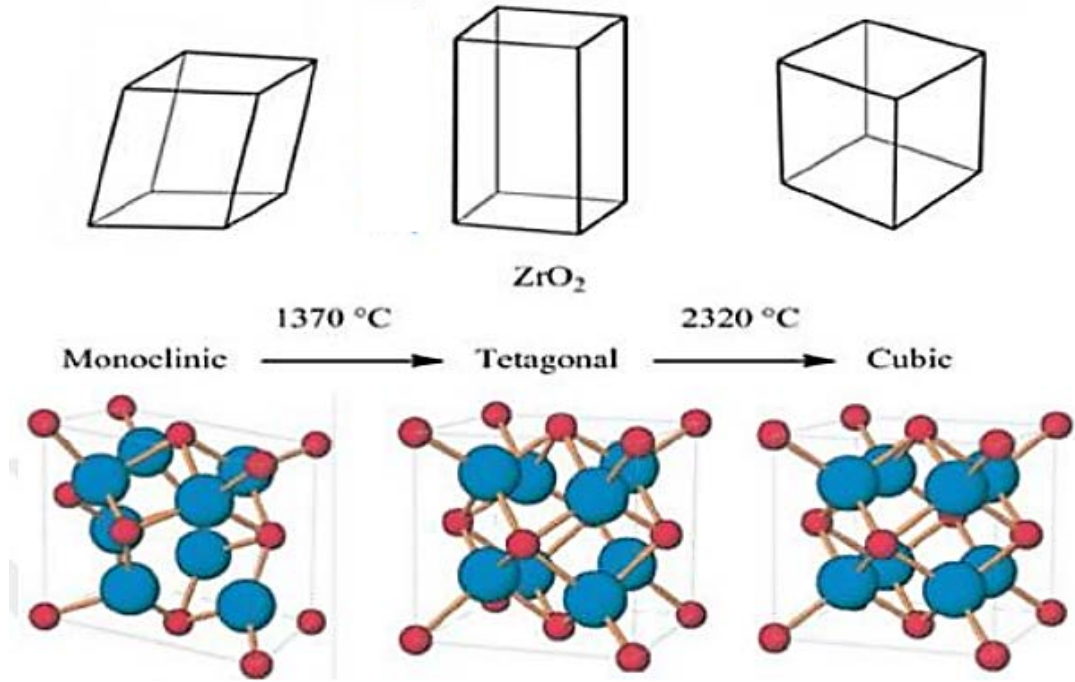
2.1.4. Hazır Zirkonyum Kuron (HZK)'lar

Zirkonyum, antik çağlarda ilk olarak mücevher olarak kullanılan bir materyaldir. Zirkonyum metalinin adı, Arapça Zargon (altın renkli) kelimesinden gelmektedir ve sırayla Farsça Zar (Altın) ve Gun (Renk) kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuştur. İlk olarak Alman kimyager Martin Heinrich Klaproth tarafından 1789 yılında zirkonyum dioksit (ZrO_2) olarak kullanılmıştır.⁽⁴⁷⁾

Zirkonyum elementi ilk kez İsveçli kimyacı Baron Jons Jakob Berzelius tarafından 1824 yılında izole edilmiştir. Elementin atom numarası 40 olup, metalik ve gri-beyaz renkte bir elementtir. Erime noktası $1852^{\circ}C$ ve kaynama noktası $3580^{\circ}C$ 'dir. Zirkonyum hekzagonal sıkı paketlenmiş kristal yapıdadır ve doğada serbest metal

olarak bulunmamaktadır.^(47, 48) Doğada daha çok mineraller halinde bulunan zirkonyumun, en bilinen mineralleri zirkonyum silikat ve zirkonyum oksittir.^(47, 49) Zirkonyumun kimyasal ve boyutsal olarak stabilizasyonunun, mekanik dayanıklılığının, sertliğinin iyi olması, Young's modülünün paslanmaz çeliğe benzer ve ayrıca biyouyumlu olması, seramik biyomateriyal olarak tercih edilmesinde etkilidir. Biyomateriyal olarak kullanılacak saf zirkonya tozu elde etmek için materyal, karmaşık ve zaman alıcı bir takım işlemlere maruz bırakılmaktadır.⁽⁴⁷⁾

ZrO₂, polimorfik bir yapıdır. Materyal; monoklinik (m), tetragonal (t) ve kübik (k) olmak üzere 3 ana fazda bulunmaktadır. Oda sıcaklığından 1370 °C'ye kadar monoklinik, 1370 – 2320 °C arasında tetragonal faz ve 2320 °C'den sonra kübik fazda bulunmaktadır. Tanecik büyüklüğüne ve seramik konsantrasyonuna bağlı olarak tetragonal faz halindeki zirkonyum oksit, oda sıcaklığında stabilize olabilmektedir.⁽⁴⁷⁾ ZrO₂'in faz değişimleri Şekil 2.6'da gösterilmektedir.⁽⁵⁰⁾



Şekil 2.6. ZrO₂ Faz Değişimleri⁽⁵⁰⁾

ZrO₂'in faz geçişleri esnasında hacminde önemli değişiklikler görülmektedir. Bu değişiklikler, kitleye stabil olmayan bir özellik kazandırmaktadır. Monoklinik fazdan tetragonal faza geçişte, sıcaklığın artışıyla birlikte maddede hacim artışı gerçekleşmektedir. Soğuma esnasında ise, tetragonal fazdan monoklinik faza geçiş 1070°C'nin altında 100°C'lik aralıklarla oluşmaktadır. Bu fazlar arasında geçişte

zirkonyum seramiğinde strese bağılı çatlaklar oluşmaktadır.^(47, 51) 1980'lerin sonlarında ZrO₂ stabilizasyonunu sağlamak amacıyla yapısına, az miktarda kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), yitrium (Y) ve seryum (Ce) ilave edilmiştir. Biyomateriyal olarak kullanılan zirkonyum esaslı bu materyaller; yitria tetragonal zirkonyum polisakkaritidir (Y-TZP). Bu sayede zirkonyumun tetragonal fazda kalması sağlanmıştır.^(49, 52)

Tüm bu işlemlerden sonra zirkonyumun biyomateriyal olarak sağık alanında kullanımına, 1960'lı yıllarda başlanmıştır.⁽⁵³⁾ İlk olarak kalça eklem protezlerinde kullanılmış olup, diş hekimliğinde kullanıma ise 1990'larda başlanmıştır. Diş hekimliğinde zirkonyum ilk olarak yitrium oksit ile stabilize edilerek; endodontik postlarda, ortodontik braketlerde ve implantlarda kullanılmaya başlanmıştır.^(52, 54) Zirkonyum, uzun yıllar daimi dişlerde tam kuronal restorasyon materyali olarak kullanılmasına rağmen, süt dişlerinde kullanımı 2008 yılında başlamıştır.^(55, 56) Zirkonyum günümüzde mevcut olan en güçlü dental seramiktir ve aynı zamanda diğerk restoratif materyallere göre en büyük avantajı estetik özelliğinin çok daha iyi olmasıdır. Süt ön dişlere yapılan kompozit restorasyonlar, retansiyon ve renk stabilitesi açısından sorun olabilmektedir. Arka dişlerde prefabrike metal kuronlar ideal tam kuron restorasyonu için gerekli koşulları sağlasa da, estetik eksiklik bazı ebeveynler için caydırıcı olabilmektedir.⁽⁵⁷⁾ Zirkonyum, daimi dişlenme için bir restoratif materyal olarak yaygın olarak kabul edilse de, süt dişlenme için de nispeten yeni bir restoratif materyaldir.⁽³⁵⁾ Materyalin fiziksel özellikleri metallere, estetik özellikleri ise doğal dişlere benzemektedir.⁽⁵⁶⁾ Zirkonyumun tüm bu özelliklerinden yararlanılarak HZK'lar, çocuk diş hekimliğinde de popüler bir alternatif tedavi haline gelmiştir.⁽⁵⁸⁾

HZK'lar; biyouyumlu olması, yüksek dayanıklılığa ve sertliğe sahip olması, aşınma ve yıpranmaya karşı dayanıklı olması, saydamlık özelliği sayesinde doğal dişlere benzer görünüme sahip olması, modifiye boyut, şekil ve renginin olması gibi pek çok avantaja sahiptirler.⁽⁵⁹⁾ Ancak bu olumlu özelliklerinin yanında HZK'lar bükülemez, kıvrılamaz veya konturlandırılmazlar. Bu nedenle, üreticiler pasif oturma önermektedirler. Ayrıca, HZK'ların kalınlığı nedeniyle, süt dişlenme döneminde daha agresif diş preparasyonu gereklidir. Bu da restorasyonun pulpaya mesafesinin azalması anlamına gelmektedir.⁽⁶⁰⁾ Ayrıca karşıt dişlerde abrazyv etki yaratması ve yüksek maaliyeti de olumsuz özellikleri arasında yer almaktadır.⁽⁵⁹⁾

Ticari olarak yaygın kullanımda olan 3 farklı HZK üreticisi bulunmaktadır. Bunlar; NuSmile (Huston, TX, USA)(Şekil 2.7), Kinder (St. Louis Park, MN, USA) ve EZ Pedo (Loomis, CA, USA)'dur. NuSmile kuronlar, yüksek kaliteli monolit zirkonyum seramikten yapılmıştır. Zirkonyum seramiğin yarı saydamlığı, mükemmel bir estetik sağlar ve pulpa tedavisi yapılan dişlerde, renk değişimi sorununu ortadan kaldırır. Ayrıca son simantasyondan önce uyumu kontrol etmek için NuSmile'in deneme kuronları mevcuttur. Bu özellik sadece klinisyenin hasta başında geçirdiği zamandan tasarruf etmekle kalmaz, aynı zamanda ekstra adımları ve kuron dezenfeksiyonunu da ortadan kaldırır. Kinder kuronlar ise nano teknolojiye dayalıdır. Karşıt dişte mine aşınmasını azaltmak için cilalı bir yüzeye sahiptir. Simantasyon sonrası restorasyonu kilitleyen dahili retansiyon sistemine sahiptir. Bu tutma bantları ayrıca adezyon için ek yüzey sağlar. Orta boy ve normal boy olarak iki boyut mevcuttur. EZ Pedo kuronlar, patentli tutma teknolojisi 'zir-lock ultra' yani kuron kenarlarına kadar uzanan ve simanın rezorbe olmasını önleyen tutucu oluklar ile birlikte gelir. Bu sayede sızdırmazlığı daha fazladır ve adezyon için iki kat daha fazla yüzey alanı sağlar.⁽¹²⁾

Mathew ve ark.⁽⁶¹⁾ tarafından yapılan bir çalışmada, 6-9 yaş arası 30 çocuğun çift taraflı süt azı dişlerine rastgele PÇK ve HZK uygulanmıştır. Çalışmada 12 aylık kontrollerde kuronlardan plak alınarak mikroorganizma sayılarına bakılmıştır. Çalışmaya göre, tüm kontrol randevularında PÇK'lar HZK'lardan önemli ölçüde daha fazla mikrobiyal adezyon göstermiştir.

Walia ve ark.⁽⁶²⁾ tarafından yapılan çalışmada strip kuron, veneere edilmiş PÇK ve HZK'ların karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmaya 3-5 yaş arasındaki 39 çocukta 129 diş dahil edilmiştir. Çalışmada HZK'ların retansiyon oranı %100 olarak bulunurken, veneere edilmiş PÇK'lar içinse %95 oranında bulunmuştur. Strip kuronlarınsa retansiyon oranı %78 olarak belirlenmiştir. Çalışmaya göre strip kuronlar ve veneere edilmiş PÇK'lar ile restore edilen dişlerde, ortalama dişeti indeks skorlarında bir artış görülürken, HZK'lar ile restore edilen dişlerde bu değerler azalmıştır.

Artan maliyetler ve agresif diş preperasyonuna rağmen HZK'lar, çocuklarda tam kuronal kaplama restorasyonları olarak, bir çok ebeveyn ve klinisyen tarafından tercih edilen bir seçenek haline gelmiştir.⁽⁶⁰⁾



Şekil 2.7. HZK ağız içi görseli

2.1.5. Hazır Fiber Kuron (HFK)'lar

Fiberler, diş hekimliğinde ilk kez 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanmıştır.⁽⁶³⁾ Fiber materyalinin geliştirilmesinde; seramiklerin fabrikasyon aşamaları, metallerden metal iyonu ve nanopartikül salınımı olması ve metallerin tıbbi görüntüleme ve radyasyon tedavisi ile ilgili eksikliklerinin olması, akrilik rezinlerin mekanik özellikleri ve boyutsal stabilitesi ile ilgili sorunların giderilmesi ve metal destekli seramik yapıların olumsuz özelliklerine alternatif arayışı etkili olmuştur.^(63, 64)

Avülse veya çekilmiş ön dişlerin fiber kullanılarak yan dişlere yapıştırılmasından 1970'li yıllarda bahsedilmiştir.⁽⁶⁵⁾ Fiberler; implant üstü protezlerde, sabit protezlerde, ortodontide retainer olarak, splintlerde ve bunun gibi çeşitli alanlarda kullanılmaya 1980'li yıllardan itibaren başlanmıştır.⁽⁶⁶⁾

Diş hekimliğinde kullanılan dört tip fiber vardır. Bunlar; karbon, aramit, polietilen ve cam fiberlerdir.⁽⁶⁷⁾ Cam fiber, camın ince filamentler halinde üretilmesiyle oluşmuştur. Camın kristalizasyona uğramadan hızlı soğuyabilme kapasitesi camın oluşumundaki en önemli etkidir. Cam fiberler; amorf, izotropik, üç boyutlu ağ yapısındadır. Renksiz olması, doku ile uyumlu olması, estetik, esnek ve dirençli olması tercih edilmesini sağlamıştır.⁽¹³⁾ Isı, nem ve düşük power of hydrogen (pH')a karşı dayanıklı olmaları, parlatılabilme özelliklerinin iyi olması ve dentine bağlanma kapasitesi fiberin kıyasla üstün özellikleridir.⁽⁶⁸⁾ Cam fiber materyaller, %65 oranında cam içermekte ve 1250 Mpa'a kadar yüksek esneme direnci sağlamaktadırlar.⁽⁶⁹⁾

Fiber malzemeler biyouyumludur, yüksek mekanik özelliklere sahiptir ve bu özellikleri nedeniyle çeşitli dental uygulamalarda uzun süredir kullanılmaktadır. Fiberle güçlendirilmiş kompozitler, sadece mekanik özellikleri nedeniyle değil, aynı

zamanda kolay manipölasyonları, göreceli esneklikleri ve yüksek ayarlanabilirliklerinin yanı sıra estetik özellikleri nedeniyle çeşitli dental uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır.^(70, 71)

Fiber materyaller; izotropik, ortotropik veya anizotropik olabilir, bu da malzeme özelliklerinin fiber liflerinin yönüne bağlı olduğu anlamına gelmektedir. Güçlendirilmiş lifler, sürekli tek yönlü, sürekli çift yönlü, sürekli rastgele yönlendirilmiş veya düzensiz liflerinden süreksiz yönlendirilmiş olabilmektedir. Bu materyallerin mekanik, optik özellikleri, sertleşme büzülmesi ve termal özellikleri lif miktarına ve yönüne bağlıdır.⁽⁶⁹⁾

Yeni piyasaya sürülmüş olan HFK (Şekil 2.8), cam fiber ve rezin materyallerinden üretilmiştir. Gömülü fiber ağ levhalar şeklindeki kuvarstan oluşmaktadır. Estetik özelliklerinin yanı sıra biyouyumlu yapısı, metal ve Bisphenol A içermemesi, düşük maliyeti ve en önemlisi dişte az preparasyon gerektirmesi avantajları arasında yer almaktadır. Otoklav ya da buharlı sterilizasyon ile sterilize edilen bu kuronların ön ve arka dişler için ayrı formları olup klinik kullanımda başarılı sonuçlar gözleneceği, preparasyon süresinin diğer kuron uygulamalarından daha kısa olduğu, bununla birlikte mekanik özellikleri açısından da kırılma dayanımları değerlendirildiğinde başarılı sonuçlar elde edildiği üretici firma tarafından belirtilmektedir.⁽⁷²⁾ Zirkonyum kuronla kırılma dirençlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.⁽⁷³⁾



Şekil 2.8. HFK ağız içi uygulaması

2.2. Biyofilm

Van Leeuwenhoek on yedinci yüzyılda kendi dişlerindeki plaktaki “hayvancıkları” incelediğinden beri biyofilmler birçok sistemde tanımlanmıştır, ancak biyofilm baskınlığının genel teorisinden 1978 yılına kadar bahsedilmemiştir.⁽⁷⁴⁾ 1978 yılında;

bakterilerin, yeterli düzeyde besin varlığı olan yüzeylere yapışan ve matriks ile çevrili bir biyofilm içinde ürettiği tezi ortaya atılmıştır ve ilk defa ‘biyofilm’ terimi Costerton tarafından kullanılmıştır.^(75, 76)

Biyofilm en yeni tanımıyla; bir alt tabakaya, ara yüze veya birbirine geri dönüşümsüz olarak bağlanan, büyüme oranları ile gen transkripsiyonuna bağlı olarak farklı fenotip gösterebilen, ürettikleri hücre dışı polimerik maddelerden oluşan bir matrikse gömülü mikrobiyal sabit bir topluluktur.⁽⁷⁵⁾

Mikroorganizmalar doğal bir ortam içerisinde nadiren serbest hareket halinde bulunurlar. Çoğunlukla yüzeylere tutunarak, mikrobiyal topluluklar oluşturmak için bir araya gelirler. Bu nedenle doğal sınırlarla temasta olan herhangi bir sistem içindeki canlı veya cansız yüzeylerde biyofilm formasyonu meydana gelebilir.⁽⁷⁷⁾

Biyofilm, uzun yıllardır endüstriyel su ve petrol boru sistemlerinde önemli bir sorun olarak bilinirken, son dönemlerde tıpta da öneminin sadece diş üzerindeki birikintilerden ibaret olmayıp, özellikle yabancı cisim enfeksiyonları başta olmak üzere birçok kronik enfeksiyonda da rol oynadığı bildirilmiştir.⁽⁷⁸⁾

2.2.1. Biyofilmin Yapısı

Biyofilm, bir yüzeye yapışarak, belirli bir yapısal bütünlük içerisinde toplu halde yaşayan ve birbirleriyle haberleşerek varlıklarının devamı için gerekli işlevlerin yerine getirilmesini sağlayan bakterilerin oluşturduğu karmaşık bir organizasyondur. Bakteriler biyofilm oluşturduktan sonra o yüzeyden hafif durulama ile uzaklaştırılamazlar. Biyofilmler, yüzeye yapışmış durumda bulunan ve içerisinde mikroorganizmaların bulunduğu homojen bir tabakadan ibaret değildir.⁽⁷⁹⁾ Bir yüzeyde bulunan mikrobiyal toplulukların hepsi de biyofilm olarak tanımlanmamaktadır. Yüzeyde bulunan topluluğun biyofilm olabilmesi için; topluluktaki bakterilerin kendi kendilerine organize olmaları, çevresel değişikliklere karşı dirençli olmaları, topluluk halinde iken izole olduklarından daha etkili olmaları ve çevresel değişikliklere karşı tekil bir bireyden ziyade birlikte karşılık verebilmeleri gerekmektedir.⁽⁸⁰⁾

Bakteriler biyofilmde, ekstrasellüler polimerik maddeler olarak da bilinen ve bir dizi polisakkarid, nükleik asit ve proteinden oluşan jelimsi yapıda bir matriks içerisinde bulunmaktadır.⁽⁸¹⁾ Biyofilm kütlelerinin yaklaşık olarak %97’si sudan oluşmaktadır. Matriks içindeki diğer bileşenler ise; ekzopolimerler, globuler glikoproteinler ve diğer

proteinler, nükleik asit, lipit, fosfolipitlerdir. Ancak bu bileşenlerin miktarları mikroorganizmaların çeşidine, fizyolojik özelliklerine ve genel fiziksel özelliklere göre değişebilmektedir.⁽⁸²⁾ Farklı türlerde polimerik kümeler içeren bu matriks, ekstrasellüler polimerik matriks (EPM) olarak adlandırılmaktadır. Üç boyutlu yapıdaki EPM biyofilmin iskeletini oluşturmaktadır.⁽⁸³⁾ EPM, biyofilm hücrelerinin adezyonunu sağlamaktadır. Yüzeye sıkıca tutunan bakteriler burada çoğalarak önce mikrokolonileri, mikrokolonilerde büyüyerek ve genişleyerek biyofilm tabakasını oluşturmaktadır. EPS üretimi, organizmanın yüzeye dönüşümsüz olarak tutunması için gereklidir ve bu biyofilm oluşumunun bir göstergesidir. Olgun bir biyofilmin kütlelerinin %75–90'ını EPS oluşturmaktadır.⁽⁸⁴⁾

Biyofilm içindeki bakteriler ve mikrokoloniler, birbirleriyle iletişim kurabilme yeteneğine sahiptirler. Otoindüktör denilen ve yayılabilen sinyal moleküllerinin üretimi yoluyla iletişim kurarlar. Bu moleküller bazal seviyede üretilerek büyüme sırasında birikirler. Kritik konsantrasyona ulaşıldığında otoindüktörler hedef genlerin birkaçını aktive edebilir veya baskılayabilirler. “Quorum sensing” (QS), popülasyon hücre yoğunluğuna yanıt olarak gen ekspresyonunu senkronize eden bir hücre-hücre iletişim mekanizmasıdır.⁽⁸⁵⁾ QS sayesinde bakteri, diğer bir bakteri ile karşılaştığında iletişim kurabilmekte ve davranışını değiştirme yeteneği kazanabilmektedir. Yani, QS ile bakteriler çevrelerindeki bakteriyel popülasyonun yoğunluğunu belirlerler (86). Sinyal iletimi, biyofilm içinde bilgi taşınması için tek yol değildir. Bakteriyel hücrelerin yoğunluğu yüksek olduğunda, aynı tür veya farklı türler arasında genetik bilgi değişimi söz konusu olabilmektedir.⁽⁸⁷⁾

2.2.2. Biyofilmin Oluşumu ve Gelişim Evreleri

Mikroorganizmalar, katı bir yüzey ve sıvı akışı, biyofilm oluşumu için gerekli olan üç önemli komponenttir.⁽⁸⁸⁾ Biyofilm oluşumu; tutunma, yapışma, kolonizasyon, olgunlaşma ve kopma ya da ayrılma olmak üzere 5 aşamada gerçekleşmektedir.⁽⁸⁶⁾

Tutunma: Biyofilm oluşumu dinamik bir süreçtir ve bakterilerin yüzeye tutunmasıyla başlamaktadır. Bakterilerin yüzeye tutunmaları zamana bağlı bir oluşumdur ve bu durum dönüşümlü ve dönüşümsüz tutunma olmak üzere iki basamakta incelenebilmektedir.⁽⁸⁹⁾

Dönüşümlü basamakta, bakteri hücresi yüzey ile tam olarak temas etmemektedir. Ancak bakteri hücresi ile yüzey arasında uzun mesafeli etkileşimler meydana gelmektedir. Bu etkileşimler; elektrostatik güçler, hidrofobik etkileşimler ve Van der Waals güçleri olmak üzere zayıf etkileşimlerdir.⁽⁸⁸⁾

Dönüşümsüz tutunmada ise, yüzeyle kısa mesafeli etkileşimler vardır. Bunlar; dipol-dipol etkileşimi, hidrofobik etkileşimler, iyon-dipol etkileşimi, iyonik ve kovalent bağlar ve hidrojen etkileşimleridir.⁽⁹⁰⁾ Tüm bu etkileşimler sonucunda bakteriler yüzeye zayıf bir tutunma gösterir. Bu tutunma sayesinde, biyofilm fenotipini belirleyecek olan bir dizi genetik işlem başlamaktadır. Tutunma işlemi gerçekleştikten sonra biyofilm oluşturmak amacıyla farklılaşma işleminin başlaması QS sisteminden gelecek yanıtla bağlıdır. Bu sinyal molekülünün yoğunluğundaki artış ile beraber, biyofilm oluşumuna yönelik birtakım işlemler başlatılmış olmaktadır.⁽⁹¹⁾

Yapışma: Bu aşama, mikroorganizmaların adezyon, kohezyonu ve polimer üretimi yoluyla güçlendirilen tutunma ve yüzey hücre yapılarının yayılmasını içermektedir. Yüzeye tutunan hücreler, bakteri hücre zarındaki proteinlerin uyarımı sonucunda ekstrasellüler polisakkarit yapıda materyal sentezlemeye başlamakta ve bu da hücrelerin birbirine ve yüzeye tutunmasını sağlamaktadır.^(79, 92) Bakteriler bir yüzeye tutunduktan sonra, elektrostatik çekim kuvveti, kovalent ve hidrojen bağları, dipol etkileşimleri ve hidrofobik etkileşimlerin bir kombinasyonu sonucu bağlanmaya devam ederler.⁽⁷⁸⁾

Kolonizasyon: Yüzeye tutunan bakteriler bölünüp çoğalarak biyofilmin en küçük organizasyon birimi olan mikro kolonileri oluşturmaktadırlar.⁽⁷⁹⁾

Olgunlaşma: Bu aşamada, mikrokoloniler büyürler ve kompleks, mantar şeklindeki yapılara veya kulelere dönüşürler. Çeşitli yüksekliklerde kuleler oluşturan mikrokolonilerin aralarında, besinlerin ulaştırılması ve metabolik atık ürünlerin uzaklaştırılması için primitif bir dolaşım sistemi olarak görev yapan su kanalları bulunmaktadır.⁽⁹⁰⁾

Kopma ya da Ayrılma: Bakterilerin biyofilmden koparak ortama yayıldıkları bu evre; dış etkenler sebebi ile meydana gelebileceği gibi, biyofilm oluşum sürecinin bir parçası olarak tek bir hücrenin veya çoklu hücrelerin emboli şeklinde kopmasının bir sonucu da olabilmektedir.⁽⁹⁰⁾

Biyofilmin gelişim evreleri Şekil 2.9’da gösterilmiştir.⁽⁹³⁾



Şekil 2.9. Biyofilmin Gelişim Evreleri ⁽⁹³⁾

2.2.3. Mikrobiyal Dental Plak

İlk olarak 1897-1898 yıllarında Williams ve Black tarafından tanımlanmıştır. Mikrobiyal dental plak, diş yüzeyinde doğal olarak gelişen, klinik olarak sarı-grimsi renkte bir yapıdır. Dental plak daha çok tükürük ile yıkanmayıp, dil, dudak ve yanak tarafından mekaniksel olarak temizlenemeyen bölgelerde görülmektedir.⁽⁹⁴⁾ Oral biyofilmler; dişe, dental restoratif yapılara veya oral yumuşak dokulara yapışan, nükleik asitler, proteinler ve su içeren polisakkarit bazlı bir matriks ile çevrili iyi organize edilmiş mikroorganizma topluluklarıdır.⁽¹⁷⁾

Ağız florası, bireyden bireye değişmekle birlikte çok fazla farklı türden oluşmaktadır. Herhangi bir bireyin ağız florasında sadece 100-200 mikrobiyal türün bulunduğu düşünülmektedir.⁽⁷⁶⁾ Ağız boşluğunun çevresi yaşla birlikte sürekli değiştiğinden, ağız mikrobiyal ortamı da değişmektedir. Bir bebeğin yaşamının ilk iki ayında bakteriler sadece mukozal yüzeylerde kolonize olur ve süt dişlerinin sürmesiyle yine mikroorganizmalar tarafından kolonize olan dökülmeyen sert yüzeyler ortaya çıkar. Süt ve daimi dişlerin çıkması, diş çekimleri, çürük boşlukları, dolgular, protezler ve bazen dişsizlik gibi değişen faktörler ağız mikrobiyomunun ekosistemini etkileyebilmektedir.⁽⁹⁵⁾ Süt dişlerinin sürme döneminin sonuna gelindiğinde oral mikrobiyata gerekli olgunluğa ulaşır ve dental plak oluşumu ile bakterilerin birikmesine neden olur.^(96, 97) Aslında ağız boşluğu, sağlıklı bir durumda konakçı dokularla uyumlu bir ilişki içeren spesifik bir mikrobiyotaya sahiptir. Ancak

mikroorganizmalar ve konak dokular arasındaki bir dengesizlik gingivitis ve periodontitis gibi ağız hastalıklarına yol açabilir.⁽⁹⁸⁾

2.2.4. Mikrobiyal Dental Plak Oluşumu

Ağız boşluğunda biyofilm oluşumu dört farklı aşamadan oluşan kademeli bir süreçtir. Bu aşamalar; pelikl oluşumu, birincil (erken) kolonizasyon, ikincil kolonizasyon/birlikte kümelenme ve olgun biyofilm oluşumudur. İnsan tükürüğü, mikroorganizma yapışması için ana besin kaynağını sağlar ve profesyonel diş temizliğini takiben 2 saat içerisinde sert veya yumuşak yüzeylerde ince (5-10 µm kalınlıkta), heterojen ve hücresiz bir pelikl tabakası oluşmaya başlar.⁽⁹⁹⁾ İçeriğinde glikoproteinler, prolin yönünden zengin proteinler, enzimler (amilaz), lipitler, ölü bakterilerin hücre duvarı kalıntıları ve bakteriyel adezyonu kolaylaştıracak diğer molekülleri bulundurur. Ayrıca immünoglobulin, lizozim, sistatin gibi antimikrobiyal ürünler içerdiği için koruyucu özellikler de sergilemektedir.⁽¹⁰⁰⁾

Pelikl oluşumundan sonra primer bakterilerin pelikla bağlanmasıyla erken kolonizasyon başlar. İlk yapışan bakteriler *Streptococcus sanguinis* (*S. Sanguinis*), *S. oralis*, *S. gordonii*, *S. mitis*, *Actinomyces naeslundii*, *Capnocytophaga ochraceae*, *S. mutans* ve *S. Sobrinus*'tur. Oluşan pelikl tabakasına adhezinler tarafından zayıf ve geri dönüşümlü olarak bağlanırlar. Daha sonra çoğalır ve mikrobiyal birlikte kümelenme fenomenini başlatırlar.^(17, 101) Steptokokkus türleri, tüm birincil kolonize olan bakterilerin %60-80'ini temsil eder. Bu tür bir araya toplanmaya, çekirdek algılama olarak bilinen metabolik ve genetik değişimler aracılık eder.⁽¹⁰²⁾

İlk 24 saatte plak oluşumu ve plaktaki bakteri sayısı hızlı bir artış halindedir. Sonraki günlerde oluşum hızı yavaşlamakta ve toplam sayılarında bir değişiklik olmamakla beraber bakterilerin türleri ve birbirlerine oranları değişiklik göstermektedir. 2-3 gün içerisinde olgunlaşan dental plak, dişin yüzeylerine göre bakteriyel çeşitliliğe sahiptir.⁽¹⁰³⁾ İkincil kolonizasyon, pelikl birikiminin başlamasından 3 ila 5 gün sonra meydana gelir. Bu süreçte, mikroorganizmalar çoğalmaya ve biyofilm yapısal organizasyonuna yol açan ortak türlerle birlikte kümeleşmeye başlar. Biyofilm olgunlaşması 2 ila 3 hafta içinde gerçekleşir.^(17, 101)

2.2.5. Oral Streptokoklar

Streptokoklar, insan vücudunun hemen her yerinde bulunan, ağız boşluğu ve üst solunum yollarında baskın olan türlerdir. Gram (+), fakültatif ve hareketsiz koklardır. İnsan hastalıklarından sorumlu patojenler olarak bilinen ve 70'in üzerinde alt grubu bulunan streptokoklar, oral hastalıklar ve dental çürükler ile ilişkilidir.⁽¹⁰⁴⁾ Streptokoklar küresel veya oval şekle sahip, kısa veya uzun zincirler oluşturan bakterilerdir. Bu zincirler 2-12 veya daha fazla kottan meydana gelir. Anilin boyaları ile kolay boyanarak, gram pozitif olarak tanımlanırlar.⁽¹⁰⁵⁾

Başlangıçta oral streptokoklar *S. anginosus*, *S. mitis*, *S. mutans* ve *S. salivarius* olarak dört gruba ayrılmıştır. Oral kavite dışında izole edilen streptokoklar *S. bovis* ve *S. pyogenes* olarak ayrılmışlardır.⁽¹⁰⁶⁾ Richards ve ark.⁽¹⁰⁷⁾ streptokokları daha güncel bir filogenetik yaklaşım kullanarak; *S. mitis*, *S. sanguinis*, *S. anginosus*, *S. salivarius*, *S. downei*, *S. Mutans*, *S. pyogenes* ve *S. bovis* olarak sekiz ayrı gruba ayırmışlardır. Bunlar arasından, *S.pyogenes* ve *S. bovis*'i oral streptokokların dışında tutmuşlardır. Oral streptokok türleri ve içerdikleri alt türlerden bazıları tablo 2.1'de özetlenmiştir.

Tablo 2.1. Oral streptokoklar ve alt türleri

Mutans Grup	Salivarius Grup	Anginosus Grup	Mitis Grup	Sangius Grup
<i>S.mutans</i>	<i>S.salivarius</i>	<i>S.consellatus</i>	<i>S.mitis</i>	<i>S.sanguinis</i>
<i>S. Sobrinus</i>	<i>S.vestibularis</i>	<i>S.intermedius</i>	<i>S.sangius</i>	<i>S.parasanguinis</i>
<i>S.cricetus</i>	<i>S.infantarius</i>	<i>S.anginosus</i>	<i>S.gordonii</i>	<i>S.gordonii</i>
<i>S.rattus</i>		<i>S.milleri</i>	<i>S.oralis</i>	
<i>S.ferrus</i>			<i>S.crista</i>	
<i>S.macacei</i>				
<i>S. downei</i>				

Mutans Streptokoklar (MS)

MS, ilk defa 1924 yılında Clarke tarafından insan dişleri üzerinde yapılan klinik çalışmalarda çürük lezyonundan izole edilmiştir. Gram boyamada oval görünümde olmasından kaynaklı streptokokların mutasyona uğramış bir formu olduğu düşünülerek mutans streptokok adı verilmiştir.⁽¹⁰⁸⁾

MS'ler mine çürüğünün başlamasında en önemli mikroorganizmalardır. Diş yüzeyinde anaerobik olan yeterli yoğunluktaki plak topluluğu, karyojenik potansiyele sahiptir. MS'nin, genetik çalışmalarda hücre duvarındaki karbonhidratların antijenik spesifiklerine göre 7 farklı tür ve bu türlere ait 8 farklı serotipi tanımlanmıştır.⁽¹⁰⁹⁾ Bu serotipler Tablo 2.2'da gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Mutans Streptokok serotipleri

Mutans Grubu	Orijinleri
<i>S. mutans</i>	İnsan
<i>S.Sobrinus</i>	İnsan, fare
<i>S. Crietus</i>	Fare, insan
<i>S. Downei</i>	Maymun
<i>S.Ferus</i>	Fare
<i>S. Macaccae</i>	Maymun
<i>S.Ratti</i>	Fare, İnsan
<i>S.Hyovaginalis</i>	Domuz

Streptococcus Mutans (S.Mutans)

S.mutans, dişlerin ağızda görüldüğü andan itibaren kolonizasyon sağlayan, diş çürüğünün oluşmasında en büyük etkiye sahip mikroorganizmadır. Dental plaktan en çok izole edilen MS türü, *S. mutans*'tır. Epidemiyolojik çalışmalarda, çocuklarda ve yetişkinlerdeki mine çürüğünün, yaşlılardaki kök çürüğünün ve bebeklerdeki biberon çürüğünün primer nedeni olduğu gösterilmiştir.⁽¹¹⁰⁾ Bunun yanında çürük aktivitesinden bağımsız olarak her bireyin ağzında görülebilmektedir ve dişlerin en çok arayüz ve fissürlerinde bulunurlar.⁽¹¹¹⁾

S.mutans; gram-pozitif, katalaz negatif, hareketsiz ve zincirler halinde gruplanmış küresel bakterilerdir. *S.mutans*'ın karyojenik özelliği 3 ana virülans faktöre sahip olmasından kaynaklanır; asidojenik olması (asit üretebilmesi), asidürik olması (asidik ortamda yaşayabilmesi) ve adezyon gösterebilmesidir.⁽¹¹²⁾ Sakkarozu kullanarak asit üretebilme, ekstrasellüler polisakkarit (EPS) sentezleyebilmektedir. EPS; *S. mutans* sakkarozlu besiyerine ekildiğinde oluşturduğu glukandır ve önemli bir virülans

faktörüdür. Diş yüzeyine bakteri tutulumunu arttırarak plağın bir arada tutulmasına katkıda bulunur.⁽¹⁰⁹⁾

Streptococcus Mitis (S.Mitis)

Mitis grubu, ağız boşluğunda bulunan bakteri gruplarının en büyüğüdür. Bu bakteri grubu 20 alt türe ayrılmaktadır.⁽¹¹³⁾ Streptokokların mitis grubunun bir üyesi olan *S.mitis*, yenidoğanların ağızında ilk kolonize olan bakterilerden biridir. Ayrıca dişler, dil ve mukozal yüzeylerin yanı sıra bademcikler ve nazofarinks de dahil olmak üzere ağız boşluğunun hemen hemen tüm yüzeylerinde koloni oluştururlar.^(114, 115)

Temizlenmiş diş yüzeylerine ilk kolonize olan, mutant olmayan streptokoklar *S.sanguinis*, *S.oralis* ve *S.mitis*'tir.⁽¹⁰³⁾ *S. mitis* gibi erken kolonize olan bakterilerin, gelişmekte olan oral biyofilmlerde ikincil kolonize olan bakterilerin adezyonu için temel oluşturduğu düşünülmektedir.⁽¹¹⁶⁾

2.3. Bakteri Adezyonu ve Moleküler Mekanizması

Bir bakterinin konakta hastalık oluşturmaları, konak dokuya adezyonu ile başlamaktadır. Oral kavitede bulunan bakteriler dişetine, dişlere, protez ve restoratif materyallerin yüzeylerine tutunabilmektedir. Oral kavitedeki pH, asidik maddelerin alımından ve oral mikrobiyal metabolizmadan salınan asitlerden sonra düşük değerlere ulaşarak sıklıkla değişir. Bu değişimler, bakterilerin adezyonunu etkilemektedir.⁽⁹²⁾

Bakterilerin ilk kolonizasyonu, adezyon proteinleri ile olmaktadır. Diş yüzeyine yapışabilen bakteriler birbirlerine bağlanmalarını sağlayan yapışkan bir matriks üreterek kolonizasyon sağlarlar. Pelikula ilk adezyon ise, moleküller arası hidrofobik bağlanmayla olmaktadır.⁽¹¹⁷⁾ Pelikül ve bakteri arasındaki adezyonda; fiziko-kimyasal etkileşimler, bakterinin sahip olduğu virülans faktörler, tükürük ve dişeti oluşturma sıvısındaki glikoproteinler etkilidir. Bakteri adezyonunda etkili olan diğer bir mekanizma ise kalsiyum köprüleridir. Negatif yüklü bakteri hücre yüzeyi ile negatif yüklü kazanılmış pelikül tabakası arasında, tükürükten gelen pozitif yüklü kalsiyum iyonları köprüyü oluştururlar. Bu mekanizmaların dışında, bakterilerin dış yüzeyinde bulunan adezin proteinleri sayesinde de adezyon görülebilmektedir. Fibria ismi verilen adezin reseptörleri aracılığıyla iyonik veya hidrojen bağları oluşmaktadır.⁽¹¹⁸⁾ Bakterilerin dental plağa tutunması ise, Van der Waals kuvvetleriyle beraber elektrostatik itici kuvvetlerin mikroorganizma yüzeylerine etkisiyle gerçekleşmektedir.⁽¹¹⁹⁾ Ortaya çıkan bu karışık streptokok örgüsü, diş yüzeyine direk

olarak yapışamayan spiral ve filamentöz bakteriler gibi diğer mikroorganizmaların yapışmasını da sağlar. Böylece biyofilm oluşumu tamamlanmış olur.⁽¹²⁰⁾

2.4. Bakteri Adezyonu ve Biyofilmi İncelemekte Kullanılan Yöntemler

Biyofilm analizlerinde; mikroorganizmanın sayısı ve türü, mikrobiyal populasyonun canlılığı (ölü / yaşayan hücreler), popülasyonun yaşı ve kalınlığı (tek tabakalı veya çok tabakalı), biyofilmlerin yapısı (homojen, düzensiz, yoğun, gözenekli) ve yüzey topografisi değerlendirilmektedir. Biyofilm analizlerinde uygulanması için mikrobiyolojik kültür teknikleri, moleküler teknikler, mikroskopik teknikler, fiziksel yöntemler, biyokimyasal yöntemler gibi farklı teknikler kullanılmaktadır.⁽¹²¹⁾

2.4.1. Mikroskopik Görüntüleme Teknikleri

Mikroskoplar, bakteriyel adezyonun gözlemlenmesi için kullanılan direkt metotlardandır. Işık mikroskobu, floresan mikroskobu, konfokal lazer tarama mikroskobu (KLTM), taramalı elektron mikroskobu (SEM), atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ve faz-kontrast mikroskobu ile bakteriyel adezyonun değerlendirilmesi mümkündür.⁽¹²²⁾

Işık Mikroskobu

Işık mikroskobu örneklerinin görüntülemeye önce fiksasyonu, dekalsifikasyonu, kesilmesi ve boyanmasını gerektirmektedir. Bu adımlar zahmetlidir. Özellikle dekalsifikasyon zaman alıcı bir süreçtir. Bu teknikle, genellikle kesitsel biyofilm görüntüleri elde edilmektedir.⁽¹²³⁾ En önemli avantajı; dinamik adezyon çalışmalarında dijital kayıt cihazının bağlanması ile bakteriyel adezyonun eş zamanlı olarak izlenebilmesine olanak sunmasıdır. Bu avantajına rağmen; ışık mikroskobu ile sadece optik olarak şeffaf olan sistemler incelenebilmekte ve limitli çözünürlüğü nedeniyle bakterilerin ayırt edilmesinde zorluklarla karşılaşmaktadır.⁽¹²⁴⁾

Floresan Mikroskobu

Floresan işaretleyicilerin kullanıldığı bakteriyel adezyon çalışmaları için etkili bir tekniktir. Ayrıca, yaşayan hücrelerin sayımı ve saptanması için de kullanılmaktadır.⁽¹²⁵⁾

Floresansın altında yatan süreç, bir gösterge tarafından ışık enerjisinin (bir foton) emilmesini ve ardından bu ışık enerjisinin bir kısmının (başka bir foton olarak) birkaç nanosaniye sonra emisyonunu içerir. Bu süreçte bir miktar enerji kaybolduğundan,

yayılan foton, emilen fotondan daha az enerjiye sahiptir. Ancak, tüm teknikler gibi, floresan mikroskopisi de en önemlisi çözünürlük olan pratik fiziksel sınırlamalara tabidir.⁽¹²⁶⁾

Konfokal Taramalı Lazer Mikroskobu (KTLM)

KTLM, seçilebilen farklı derinliklerde yüksek çözünürlüklü optik imajlar alabilmek için tercih edilen bir tekniktir.⁽¹²⁷⁾ Bu teknik biyofilmin floresan boyamasını ve ardından biyofilmin yüzeyinin 200 µm altına kadar çeşitli derinliklerde numunenin çok ince (birkaç µm) optik dilimlerinin görüntülenmesini içerir. Uygun boyama ile ölü ve canlı organizmaların ayrımı yapılır. En sık kullanılan boyama SYTO-9 ve propidyum iyodür (PI) kombinasyonudur, bu da canlı hücrelerin yeşil flüoresan boyaması ve ölü hücrelerin kırmızı floresan boyaması şeklindedir.⁽¹²¹⁾

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

SEM çok ince (10 µm) bir elektron demetinin incelenen yüzey boyunca bir noktadan bir noktaya art arda hareket etmesi ile çalışmaktadır. SEM ile görüntüleme bir takım hazırlıklar gerektirmektedir. Katı ve kuru numuneler gerektirdiği için yüksek güçlü vakum kullanılmaktadır. Görüntü bozulmasına neden olabilecek elektrik yükünün birikmesini önlemek için, numune iletken bir kaplama ile kaplanır. Bu nedenle, numuneler fiksasyon, dehidrasyon, donma veya kritik nokta kurutma ve püskürtme kaplamasına tabi tutulmalıdır.⁽¹²⁸⁾

SEM analizi ile yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilir ve mikrobiyal biyofilmlerin morfolojik ve yapısal karakterizasyonunu göstermektedir. Işık mikroskobuna oranla, SEM kullanılarak 400 kat daha yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler elde edilebilir.⁽¹²⁹⁾ SEM ile farklı bakteri türlerinin değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır. Ayrıca kokların, çubukların ve filamentlerin bakterinin görünümüne göre ayırt edilmesi zor olabilmektedir. Bunun yanında SEM, edinilmiş dental pelikül gibi oluşumların veya proteinli tabakaların araştırılması için kullanılmaktadır.⁽¹³⁰⁾

Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

AFM; örnek hazırlığı gerektirmeyen, özel bir tarayıcı uç yardımıyla 3 boyutlu görüntüleme yapılabilen bir tekniktir.⁽¹³¹⁾ Kullanılan uç, minimal kuvvet uygulayarak obje yüzeyini en ince ayrıntılarına kadar tarayıp, yüzey özellikleri hakkında tespit yapılmasını sağlamaktadır. Elde edilen veriler kullanılarak topografik bilgi 3 boyutlu

resimsel görüntülere dönüştürülür. AFM genellikle yüzey topografisi hakkında bilgi edinmek amacıyla kullanılsa da biyofilm değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır.^(122, 132)

Faz Kontrast Mikroskobu

Faz kontrast mikroskobu; hücrelerin kültür ortamında, hücreyi veya hücre topluluğunu incelemek amacıyla kullanılır. Ölen hücreler yapıştıkları alt tabakadan ayrılacakları için besiyeri içinde yüzmeye başlarlar. Bu hücreler faz kontrast mikroskobu ile gözlenebilirler.⁽¹³³⁾

2.4.2. Bakteri Sayım Yöntemleri

Homojen bir süspansiyon şeklinde bulunan bir sıvı içerisinde bakterilerin sayısı, 1 ml deki sayı olarak belirtilir. Bakteri sayımında kullanılan yöntemler, kültürel ve direkt mikroskopik yöntemler olarak ayrılmaktadır. Kültürel sayım yöntemlerinde sadece canlı mikroorganizmalar sayılabilirken, mikroskopik yöntemlerde hem canlı hem de cansız hücreler sayılabilmektedir. Kültürel sayım yöntemleri; dökme plak, yüzeye yayma, membran filtre yöntemi gibi birçok yöntem içermektedir. Direkt mikroskopik sayım yöntemlerinde ise Howard lamı ile küflü saha sayımı, Thoma lamı ile mikroskopik sayım gibi yöntemler bulunmaktadır. Mikroorganizmaları izole etmek, çoğaltmak ve saymak için rutin olarak kullanılan yöntemler arasında, en yaygın yöntemler dökme plak veya yüzeye yayma teknikleridir.⁽¹³⁴⁾

Dökme plak yönteminde; ölçülü bir hacimde (1 ml) örnek, uygun erimiş agar besiyeri (10 ml) ile steril bir petri kabında karıştırılır. 37°C de 1 gece inkübe edildikten sonra koloniler sayılır ve gerektiğinde orijinal solüsyondaki bakteri yoğunluğu saptanır. Yüzeye yayma yönteminde; bakteri içeren orijinal örnek, bir seri seyreltme işlemlerine tabi tutulur ve en yüksek seyreltmeden başlanarak her seyreltiden bir kısım alınmak suretiyle agar plakların yüzeyine pipetle konur ve ardından bir öze veya alevden geçirilmiş cam çubuk ile tüm yüzeye yayılır. Plaklar 37°C de 1 gece inkübe edilir ve koloniler sayılır. Oluşan her koloninin bir canlı üniteden oluştuğu düşünülmektedir. Bu yöntemde oluşan kolonilerin sayımı ‘coloni forming unit (CFU)’ cinsinden hesaplanır.⁽¹³⁵⁾

2.5. Restoratif Materyallerin Bakteri Adezyonunu Etkilenen Yüzey Özellikleri

Restoratif materyallerin yüzeyindeki biyofilm birikimi, restorasyonların uzun ömürlü olmasıyla ilgili önemli bir etken olan sekonder çürük oluşumu ve periodontal inflamasyonu desteklemektedir.⁽¹³⁶⁾ Materyallerin yüzey özellikleri ağız ortamında kullanımı açısından belirleyici bir özelliktir. Yüzey özellikleri materyalin parlatılabilirliğini, çizilebilirliğini ve gelen yüklere karşı olan direncini etkileyebilmektedir.⁽¹³⁷⁾

2.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü

Pürüzlülük, düzensizliklerden oluşan bir kompleks veya küçük girintilerden oluşan; ıslaklığın, adezyonun niteliğinin ve parlaklığın etkilendiği bir yüzey olarak tanımlanır.⁽¹³⁸⁾ Pürüzsüz yüzeyler sürtünme katsayısını ve aşınma hızını azaltarak restorasyonların klinik ömrünü uzatmaktadır. Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünün az olması, bakteriyel adezyonu zorlaştırmaktadır.⁽¹³⁹⁾ Pürüzlülük, oral mikroorganizmaların adezyonunda büyük bir etkiye sahiptir. Bollen ve ark.⁽¹⁴⁰⁾ ve Song ve ark.⁽¹⁴¹⁾, ağız içi sert yüzeylerde plak birikiminin olmaması için 0,2 µm veya daha düşük bir kritik ortalama pürüzlülük değerinin gerekli olduğunu göstermiştir. Bunun üstündeki değerlerde plak birikiminin meydana geldiği bildirmişlerdir.

Yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmede farklı parametreler kullanılmaktadır. Ortalama pürüzlülük (Ra), ortalama kare pürüzlülük (Rq) ve ortalama pürüzlülük derinliği (Rz) gibi parametreler bulunmaktadır. Ra parametresi, tüm pürüzlülük olarak tanımlanır ve artık yüzey pürüzlülüğü üzerine yapılan çalışmalarda ana ölçüm yöntemi olarak kabul edilmektedir. Ra, yüzey pürüzlülüğünün ölçümüne izin verir ve pürüzlü yüzeylerde değer yüksektir. Rz ise 10 noktanın ortalama pürüzlülüğü anlamına gelir, en yüksek 5 tepenin ortalama yüksekliğinin ve en derin 5 çukurun derinliğinin ortalamasının toplamıdır.^(142, 143) Bunlarla beraber, yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmede kullanılan bazı parametreler Tablo 2.3’de gösterilmiştir.

Tablo 2.3. Yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmede kullanılan parametreler

Parametre	Tanımlaması
Ra	Profilin merkez hattından tüm sapmaların aritmetik ortalaması
Rq	Profilin merkezi hattından tüm sapmaların geometrik ortalaması

Rz	Profilin beş ardışık numunenin uzunluğunun beş pürüzlülük değerinin ortalaması
Rmax	Beş pürüzlülük değerinin en büyüğü
Rp	Profilin uzunluğu içinde merkez çizgisinin üzerindeki en yüksek noktanın yüksekliği
Rpm	Rp'nin ardışık beş örnek uzunluktaki ortalama değeri

Yüzey pürüzlü olduğunda bakteriyel tutunma artmaktadır. Bu nedenle restorasyonlarda plak birikimi ve renk değişikliği görülebilmekte, ayrıca diş eti problemleri ve çürük de oluşabilmektedir.⁽¹⁴⁴⁾ Bir restorasyon erken oklüzal temaslar gösterdiğinde veya yetersiz kontur varlığında klinik olarak ayarlanması gerekir. Ayarlama sırasındaki işlemler pürüzlü yüzeylere neden olmaktadır.⁽¹⁴⁵⁾

Yüzey pürüzlülüğünü değerlendirebilmek için çeşitli teknikler ve cihazlar geliştirilmiştir. Yüzey profili analizi (profilometre), SEM ve AFM ile yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılabilmektedir.⁽¹⁴⁶⁾

Profilometre Analizi

Profilometreler yardımıyla yüzey pürüzlülüğü ölçümü 2 kategoriye ayrılmaktadır: Konvansiyonel (mekanik) profilometre ve optik profilometre.⁽¹⁴⁷⁾

Konvansiyonel profilometreler, 5 µm yarıçapındaki elmas sivri bir ucun numune yüzeyindeki girinti ve çıkıntılar üzerinden geçerek, yüzey profilinin iki boyutlu ölçümü prensibiyle çalışmaktadır. Bu profilometrelerde çalışılan yüzeyin paralellliği dikkatli bir şekilde ayarlanmalıdır. Cihazla elde edilebilen değerler; Ra, Rz ve Rpm değerleridir. Optik profilometrelerde ise; optik ışınlarla numune yüzeyinin taranarak, yüzey topografisinin üç boyutlu olacak şekilde aktarılarak, yüzey morfolojisi saptanması yapılabilmektedir. Cihaz ölçüm yaparken yüzey üzerinde belirlenen referans noktaları kullanır.⁽¹⁴⁸⁾

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

SEM, numune yüzeyinin elektron demetiyle taranması prensibiyle çalışmaktadır. Hem ayırım gücü hem odak derinliği ve ayrıca görüntü ve analizi birleştirebilme özelliği, taramalı elektron mikroskobunu araştırma ve incelemelerde geniş ölçülerde kullanılan bir aygıt haline getirmiştir.⁽¹⁴⁹⁾ SEM, yüzey topografisinin tanımlanmasında bir takım sınırlamalara sahiptir ve üç boyutlu yüzey özelliği görüntülenememektedir.⁽¹⁴⁶⁾

Mikrobiyal biyofilmlerin yapısal özelliklerini görüntülemeye en çok kullanılan yöntemdir.⁽¹²⁹⁾

Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

Çok yüksek çözünürlüğe sahip olan ve alt tabakaya minimal kuvvet ileten bir temas profilometre metodudur. Nanometre boyutlarında bir uç kullanılarak yüzey taranır. Pürüzlülük değerlerinin ölçülmesi ile elde edilen veriler kullanılarak topografik bilgi 3 boyutlu resimsel görüntülere dönüştürülür.⁽¹³²⁾

2.5.2. Yüzey Konfigrasyonu

Yüzeyin morfolojik yapısını ifade eden yüzey konfigrasyonu, yüzey pürüzlülüğünden farklılık gösterir. 3 boyutlu yapıyı gösteren bu parametre, AFM ile analiz edilebilmektedir. Poröz yapıda olmayan, parlak, düzgün bir yüzey sürtünme katsayısını azaltarak, aşınma oranını düşürmektedir. Bu durum plak retansiyonunun azalmasına da yardımcı olmaktadır.⁽¹⁵⁰⁾

2.5.3. Serbest Yüzey Enerjisi (SFE)

Restoratif materyallerdeki mikrobiyal adezyonu değerlendiren in vivo ve in vitro çalışmalar biyofilm formasyonunda farklılıklar göstermiştir. Farklı materyaller arasındaki mikrobiyal adezyondaki çeşitlilik materyalin kimyasal bileşim ve yüzey karakteristikleri gibi özellikleriyle ilgilidir. Yüksek SFE'si olan yüzeyler, düşük SFE'si olanlardan daha fazla biyofilm oluşumu gösterir. Ayrıca, pürüzlü yüzeyler fırçalama, kas hareketi ve tükürük akışından korunan nişler sağlar. Mikrobiyal adezyon ve biyofilm formasyonunda SFE ve pürüzlülüğün her ikisi de etkili iken, biyofilm bileşim ve birikiminde pürüzlülük daha önemli görülmüştür, buna karşılık benzer bir pürüzlülük paternine sahip yüzeyler karşılaştırılırken SFE'nin etkisi fazla büyüktür.⁽¹³⁶⁾

2.5.4. Materyalin Elemental İçeriği

Dişlerin restorasyonunda kullanılan materyallerin elemental içerikleri restorasyonun prognozunu etkilemektedir. Restoratif materyallerin iyon salınımı yapabilme özellikleri, bakterilerin adezyonunu ve canlılığını etkilemektedir. Flor salınımı yapabilen restoratif materyallerde, salınan florun hem uygulandığı dişte hem de komşu dişin yapısına dahil olarak çürüğe karşı koruduğu bilinmektedir.⁽¹⁵¹⁾

Florid restorasyonun kenarlarında oluşan plağın metobolik aktivitesini etkileyerek karyojenik özelliğinin değişmesine neden olur. Bu şekilde sekonder çürük oluşumu engellenir. Yani restoratif materyaller tarafından flor salınımını plaktaki flor seviyesini de artırarak *S. mutans* bakterisinin çoğalmasını engelleyerek karyostatik bir etki oluşturmaktadır. Ayrıca bakteri metabolizmasını ve bakterinin asidojenik aktivitesini etkileyerek bakteri kolonizasyonunu önlerler.⁽¹⁵²⁾

2.6. Bitirme ve Polisaj

Bitirme, istenilen anatomiye elde etmek için restorasyonun kabaca düzeltilmesi iken; polisaj, bitirme işlemi sırasında oluşan çiziklerin giderilmesi ve pürüzlülüğün azaltılması işlemidir.⁽¹⁵³⁾ Restoratif materyallerin klinik başarısında ve uzun dönem kalıcılığında bitirme ve polisaj işlemlerinin önemi büyüktür. Düzgün bir yüzey elde etmek, bakteriyel adezyonu azaltmak, iyi bir okluzyon sağlamak ve daha estetik bir görünüm elde edebilmek için bitirme ve polisaj işlemleri uygun bir şekilde yapılmalıdır.⁽¹⁴⁵⁾

Kuron kenarının kısaltılması gerektiğinde, anterior çapraşıklıkta, okluzal düzeltme gereksinimi gibi belirli durumlarda kuronlarda işlem yapılması gerekebilmektedir. Bu tür düzeltmeler genellikle polisaj tabakasını kıran, restorasyonun yüzey karakteristiklerini modifiye eden, yüzey topoğrafisini değiştiren ve yüzey pürüzlülüğünü artıran ince grenli elmas döner kesme aletiyle gerçekleştirilmektedir.^(140, 145)

2.6.1. Bitirme ve Polisaj İşlemlerinde Kullanılan Aşındırıcı Tipleri

Restoratif materyallerde kullanılacak birçok bitirme ve polisaj sistemleri bulunmaktadır. Bunlar; elmas ve karbit bitirme frezleri, farklı aşındırıcı boyutlarına sahip bitirme ve polisaj diskleri, cila pastaları gibi materyallerden oluşmaktadır.⁽¹⁵⁴⁾

Elmas ve Karbit Frezler

Elmas ve karbit frezler, restoratif materyallerin dişle uyumunu sağlamak ve fazlalıkları konturlamak amacıyla kullanılmaktadır. Elmas frezler materyalleri aşındırarak, karbit frezler ise keserek şekillendirmektedir. Karbit frezler, aşındırıcı özellikleri az olduğundan disk, bant ve elmas frezlere kıyasla dişetine daha az zarar vermektedir.⁽¹⁵⁵⁾

Elmas frezler, farklı partikül büyüklüğünde elmas parçaları içerirler. Hem kompozit hem porselen yüzeylerinin polisajında kullanılan elmas frezler, kalın grenliden ince

grenliye doğru uygulanmaktadır.⁽¹⁵⁶⁾ Yüksek hızda ve düşük devirde motorlar ile kullanılan elmas frezlerde ortaya çıkan ısıyı elimine etmek için mutlaka su soğutması altında çalışılmalıdır. Fazlalıkları uzaklaştırmada son derece etkilidirler. Ancak restorasyonda pürüzlü bir yüzey oluşumuna sebebiyet verirler.⁽¹⁵⁷⁾

Karbit frezler farklı sayıda bıçaktan oluşmaktadır. Bıçak sayısı azaldıkça, kesme özelliği artan karbit frezler; yüzeyin daha pürüzsüz bir şekilde bitirilmesini sağlayabilmektedir.⁽¹⁵⁸⁾ Karbit frezler, sertliği yüksek olan restoratif materyallerde kullandığında bıçakları hızla körelebilmektedir. Aşındırıcı özelliklerinin az olmasından dolayı, elmas frezlere oranla daha güvenli bir şekilde kullanılabilir.⁽¹⁵⁹⁾

Taşlar

Birbirine yapıştırılmış veya organik rezin ile bağlanmış aşındırıcı partiküllerden oluşan taşlar, farklı grenlerde bulunmaktadır. Renkleri, kullanılan aşındırıcıya göre değişmektedir. Yeşil taşlarda silikon karbit bulunurken, beyaz taşlarda alüminyum oksit mevcuttur. Taşlar, elmas frezlere oranla daha az kesme ve aşındırma özelliğine sahiptir.⁽¹⁵⁸⁾

Lastik Frezler

Lastik frezler, ince veya çok ince grenli aşındırıcı partiküllerin, yumuşak ve elastik bir matrikse ilave edilmesiyle elde edilirler. Elmas frezlerin kullanımından sonra, restorasyonu düzelterek daha pürüzsüz bir yüzey elde etmek amacıyla kullanılırlar. Lastik frezlerde; silikon karbit, alüminyum oksit, elmas, silikon dioksit ve zirkonyum oksit gibi aşındırıcı çeşitleri bulunmaktadır. Farklı boyut ve şekillerde bulunurlar. Genellikle düşük devirli motorlarla birlikte kullanılırlar. Başlangıç bitirme işlemleri için alüminyum oksit içerikli bitirme lastikleri ve ön polisaj işlemleri için silikon veya elmas içerikli lastiklerin kullanımı uygun olmaktadır.^(159, 160)

Bitirme ve Polisaj Diskleri

Restorasyona şekil verip polisaj yapmak için kullanılan diskler, farklı abraziv içeriklerinin ince bir plastiğe bağlanmasıyla elde edilmektedir. Bu diskler genellikle alüminyum oksit ile kaplanmaktadır. Diskler kalın grenliden ince grenliye doğru belli bir sırayla kullanılmaktadır. Kalın grenli disklerde abraziv partikül boyutu 55-100 µm iken, ince grenlide 7-8 µm'ye kadar düşebilmektedir. Disklerde bulunan abraziv

tabakanın kalınlığı çok az olduğu için tek sefer kullanımları önerilmektedir. Genellikle düz ve dış bükey yüzeylerde kullanımı daha uygundur. Bu nedenle anterior restorasyonlarda daha sıklıkla kullanılırken posteriorda kullanımı sınırlıdır.⁽¹⁵⁷⁾



3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Etik Kurul Onayı ve Gerekli Resmi İzinler

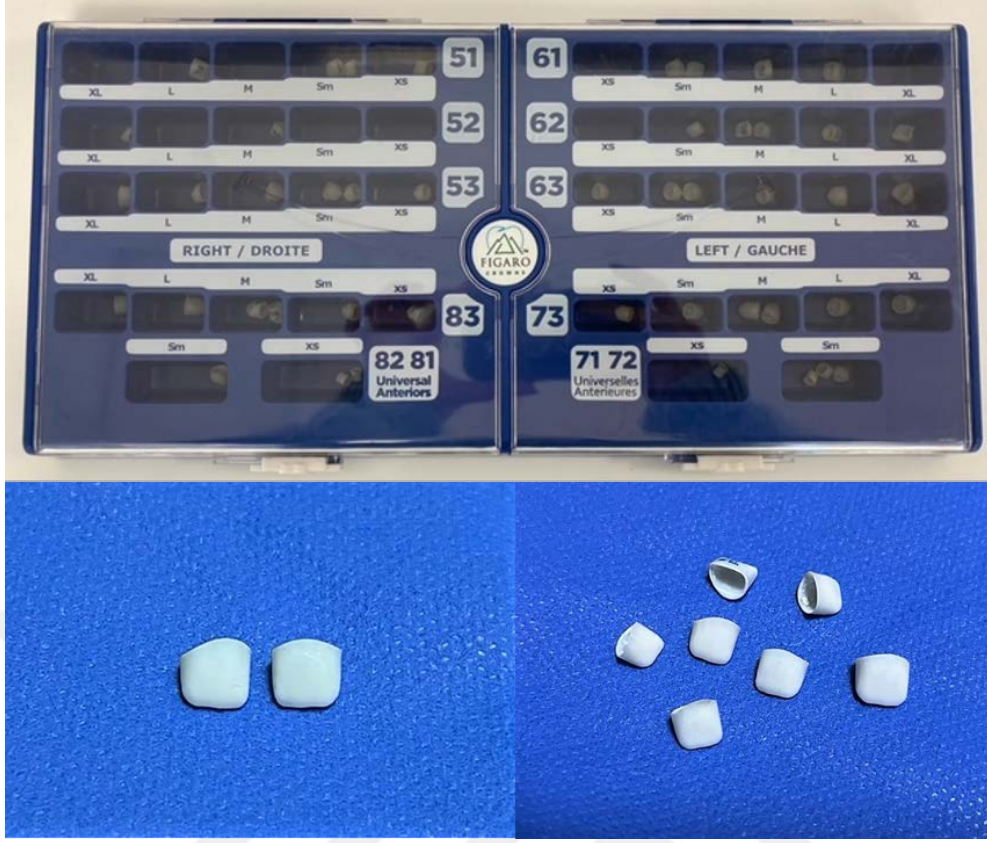
Çalışmamız, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’nun, 24.06.2020 tarih ve 447 numaralı kararı ile etik açıdan onaylanmıştır (Ek 1).

3.2. Çalışmada Kullanılacak Materyallerin Seçimi

Çalışmamızda süt dişlerinin estetik restorasyonlarında uygulanan tam kuronal restorasyon materyalleri kullanılmıştır (Şekil 3.1 ve 3.2). Çalışmada kullanılan kuronların ve bitirme/polisaj sistemlerinin marka ve üretici firmaları Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller ve üretici firmaları

Materyal	Üretici Firma
Nusmile zirkonyum kuron	NuSmile, Houston, Texas, Amerika
Figaro fiber kuron	Figaro, Minnesota, Amerika
Sarı kuşak alev uçlu bitirme frezi	Meisinger, Almanya
Zirkonyum polisaj seti	EVE Diacera, EVA Ernst Vetter GmbH, Pforzheim, Almanya
Kompozit rezin polisaj lastikleri	Kerr, Opti1Step Polisher, Switzerland
Kompozit rezin polisaj diskleri	3M ESPE, Sof-Lex, St Paul, MN, USA



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan hazır fiber kuronlar



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan hazır zirkonyum kuronlar

3.3. Deney Gruplarının Oluşturulması

HZK'lardan 12 adet ve HFK'lardan 18 adet olmak üzere toplam 30 adet kuron kullanılmıştır. Çalışma grupları kullanılan materyale göre 5'e ayrılmıştır:

1. HFK-A grubu (n=12): Örneklere herhangi bir yüzey işlemi uygulanmamıştır.
2. HFK-B grubu (n=12): Örnekler ilk olarak sarı kuşak alev uçlu frez ile pürüzlendirilmiş ve kompozit rezin polisaj lastikleri ile polisaj işlemi uygulanmıştır.
3. HFK-C grubu (n=12): Örneklere kompozit rezin polisaj diskleriyle polisaj işlemi uygulanmıştır.
4. HZK-A grubu (n=12): Örneklere herhangi bir yüzey işlemi uygulanmamıştır.
5. HZK- B grubu (n=12): Örneklere zirkonyum polisaj lastikleri ile polisaj işlemi uygulanmıştır.

3.4. Örneklerin Hazırlanması

HZK'lardan 12 adet ve HFK'lardan 18 olmak üzere 30 adet kurondan 60 adet kare şeklinde örnek oluşturulmuştur. En büyük boyda seçilen ön dişler için hazırlanmış pediatrik kuronlar, önce bukkolingual olarak 2'ye ayrılmış ve sonrasında 5x5 mm boyutlarında kare olacak şekilde karbon separe ile kesilerek çalışma örnekleri oluşturulmuştur.



Şekil 3.3. HFK ve HZK çalışma örnekleri

3.5. Örneklere Yüzey Bitim ve Polisaj İşlemlerinin Uygulanması

HFK-B grubundaki örneklerin yüzeylerine ilk olarak aeratör yardımıyla 300.000 rpm devirde ortalama basınç altında, ısı oluşumunu önlemek amacıyla sulu ortamda sürekli

olarak hareket ettirilerek sarı kuşaklı alev uçlu bitim frezi yardımıyla 10 saniye (sn) pürüzlendirme yapılmıştır. Daha sonra mikromotor yardımıyla 15.000 rpm düşük devirde ortalama basınç altında 30 sn elmas partiküllü aşındırıcı yapısına sahip tek aşamalı polisaj lastikleriyle (Şekil 3.4), kuru ortamda polisaj uygulanmıştır. Debrisleri uzaklaştırmak amacıyla örnekler 10 sn su ile yıkandıktan sonra 5 sn hava ile kurutulmuştur.



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan tek aşamalı kompozit rezin polisaj lastikleri (Kerr opti1step polisher)

HFk-C grubundaki örnekler ise farklı grenlere sahip polisaj diskleri (Şekil 3.5) üretici firmanın önerileri doğrultusunda kalın grenliden ince grenliye doğru turuncu diskler ve sarı diskler 10.000 rpm sabit hızda, ortalama basınç altında, ısı oluşumunu engellemek için sürekli hareket ettirilerek kuru ortamda 15'er saniye uygulanmıştır. Debrisleri uzaklaştırmak amacıyla örnekler 10 sn su ile yıkandıktan sonra 5 sn hava ile kurutulmuştur.



Şekil 3.5. Set içerisinde yer alan polisaj diskleri (3M Sof-Lex).

HZK-B grubundaki örneklerin yüzeylerine mikromotor yardımıyla zirkonyum polisaj lastikleriyle (Şekil 3.6) 10.000 rpm devirde ortalama basınç altında ısı oluşumunu engellemek için sürekli hareket ettirilerek ilk olarak H2DCmf kodlu (yeşil renkli) frez ile 1 dakika, daha sonra H2DC kodlu (pembe renkli) frez ile 1 dakika süreyle kuru

ortamda polisaj işlemi uygulanmıştır. Polisaj işleminden sonra örnekler debrisleri uzaklaştırmak amacıyla, 10 sn su ile yıkandıktan sonra 5 sn hava ile kurutulmuştur.

Örnek yüzeylerine uygulanan bitirme ve polisaj işlemlerinin tümü tek bir araştırmacı tarafından (MNA) yapılmıştır.



Şekil 3.6. HZK'ların polisajında kullanılan zirkonyum polisaj seti

3.6. Profilometre Cihazı Ölçümlerinin Yapılması

Hazırlanan bütün gruptaki tüm örneklerin yüzey pürüzlülüğü polisaj öncesi ve sonrası olmak üzere, yüzey yapısını 2 boyutlu olarak ölçebilen, cihaz ucu iğne çapı 5µm olan bir profilometre cihazı (Surftest SJ-201, Mitutoyo, Tokyo, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. Her örneğin Ra değerleri µm olarak kaydedilmiştir. Ölçüm, numune üzerindeki 2 mm'lik bir aralıkta ve 0,5 mm/s hızda yapılmıştır. Her örnekte, üç farklı doğrultuda pürüzlülük ölçülmüştür. Elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Profilometre cihazının kalibrasyonu ölçümlere başlamadan önce ve her gruptaki ölçümlerden sonra tekrar yapılmıştır. Şekil 3.7'da ölçüm yapılan profilometre cihazı gösterilmektedir. Örneklerin profilometre cihazı ile yüzey pürüzlülüklerinin ölçümü tek bir araştırmacı tarafından (MNA) yapılmıştır.



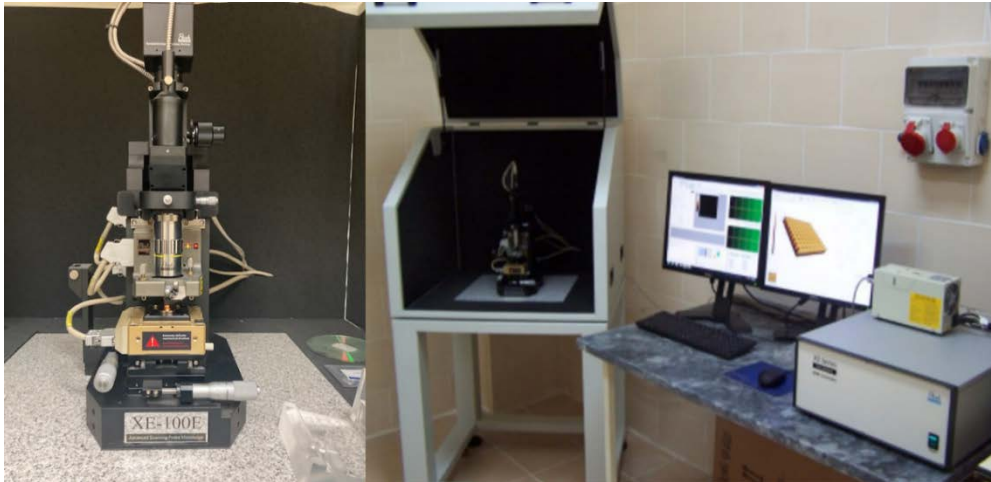
Şekil 3.7. Profilometre cihazı ve kalibrasyon plağı

3.7. Atomik Kuvvet Mikroskobu Ölçümleri

Tüm alt gruplardan 2’şer adet örneğin AFM ölçümleri, Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde bulunan AFM cihazı (Park NX20, Parksistem, USA) ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler görüntüleme öncesinde ultrasonik temizlemeye tabi tutulmuştur (Şekil 3.8). Görüntüleme işlemi hava ortamında, kontak modda, silikon uç ile yapılmıştır. İnceleme sırasında, 256×256 piksel çözünürlükte, $25 \times 25 \mu\text{m}^2$ lik alan görüntüsü alınarak örnek görüntüleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.9’de örneklerin ölçümünün yapıldığı AFM cihazı görülmektedir.



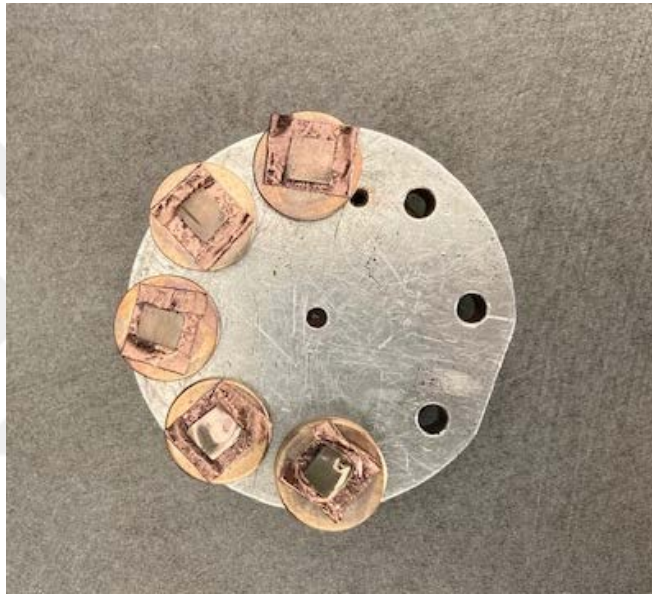
Şekil 3.8. Ultrasonik temizleme cihazı



Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan AFM cihazı

3.8. Örnekleri Taramalı Elektron Mikroskobu ile Görüntüleme

Tüm alt gruplardan 2'şer adet örneğin SEM görüntülemeleri, Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde bulunan SEM cihazı (LEO 1430 VP, Zeiss, USA) ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler incelenmeden önce, kaplama cihazında (Lecia EM ACE600, USA) 5 – 15 nm kalınlığında, %80 altın ve %20 paladyum oranında kaplanmıştır (Şekil 3.10). Örneklerin görüntülenmesi, düşük vakum, yüksek voltaj tekniği kullanılarak 20.000 kV ve 10-11 mm çalışma mesafesinde x1000, x2500, x5000 büyütmelerde incelenmiştir. Şekil 3.11'de analizin yapıldığı SEM cihazı görülmektedir.



Şekil 3.10. SEM analizi öncesi örneklerin altın kaplanmış hali



Şekil 3.11. Örneklerin analizinin yapıldığı SEM cihazı (LEO 1430 VP, Zeiss, USA)

3.9. Örnek Yüzeylerinde Polimikrobiyal Biyofilm Oluşumu

Her gruptan 10, toplam 50 adet örnek üzerinde polimikrobiyal biyofilm oluşturulması amaçlanmıştır. Biyofilm oluşturulacak örneğin kullanılmayacak yüzeyleri tırnak cilası ile kaplanmıştır. Tüm örnekler çalışma öncesi ayrı steril tüpler (Şekil 3.12) içerisinde 15 dk boyunca 121 °C'de otoklavda sterilize edilmiştir.



Şekil 3.12. Örneklerin saklanması için kullanılan steril tüpler

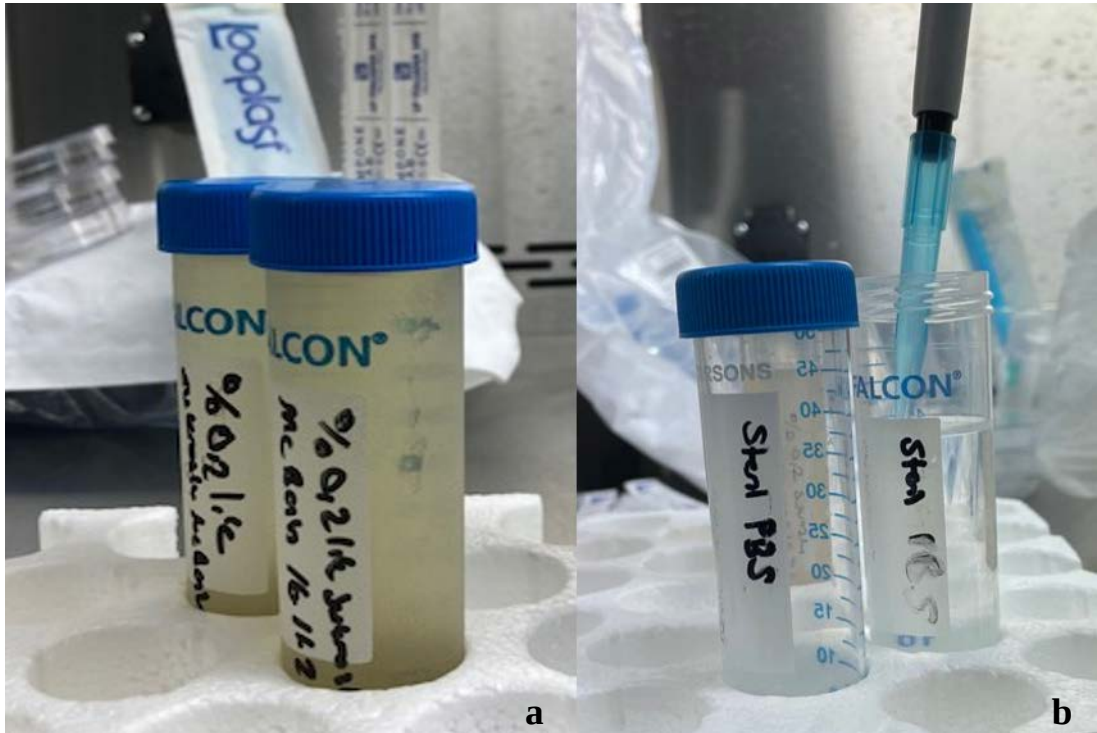
Herhangi bir sistemik hastalığı olmayan, periodontal hastalığı bulunmayan, son 3 ay içerisinde antibiyotik kullanmamış, son 24 saat içerisinde dişini fırçalamamış ve son iki saat içerisinde herhangi bir yiyecek\içecek tüketmemiş iki kişiden tükürük örnekleri alınıp karıştırılmıştır. Tükürük örnekleri %30 konsantrasyonda olacak şekilde steril gliserol ile seyreltilip çalışmada kullanılıncaya kadar -80°C de muhafaza edilmiştir.

2.5 gr/lt musin, 2 gr/lt bakteriyolojik pepton, 2 gr/lt tripton, 1 gr/lt yeast extract, 0,35 gr/lt sodyum klorür (NaCl), 0,2 gr/lt potasyum klorür (KCl), 0,2 gr/lt kalsiyum klorür, 0,1 gr/lt sistin hidroklorid, 0,0002 gr/lt vitamin K₁, 0,001 gr/lt hemin formülasyonuna sahip McBain solüsyonu hazırlanmıştır. Hemin ve Vitamin K₁ dışındaki tüm bileşenler tartılıp 1 lt distile su içerisine eklenip steril edilmiştir. Otoklav sonrası

McBain sıcaklığı 50-55°C ye gelince vitamin K₁ ve Hemin eklenmiş ve pH 7'ye ayarlanmıştır.

Çalışma öncesi, seyreltilen tükrük örneği çözündürülerek sükrozsuz McBain ortamıyla 1/50 oranında karıştırılmıştır. Steril çalışma grubu örnekleri, ilk olarak 1 ml sükrozsuz McBain ve gliserollü tükrük ortamı içerisinde 8 saat boyunca 37°C de inkübe edilmiştir. 8 saat sonunda tüp içerisindeki McBain uzaklaştırılarak tüm örnekler 1 er ml steril PBS (Phosphate Buffer Solution) (Sigma, ABD) (Şekil 3.13) ile 2 kez yıkanmıştır. Kullanıma hazır, pH'sı 7,4 olan bir paket PBS, 1lt distile suya eklenmiş ve iyice karıştırılarak 0.01 M PBS karışımı elde edilmiştir. Hazır PBS karışımının içeriğinde 0.138 M NaCl 0.0027 M KCl bulunmaktadır. Hazırlanan PBS karışımı 121°C'de 15 dakika otoklavda steril edilmiştir.

Örnekler PBS ile 2 kez yıkandıktan sonra üzerine %0,2'lik sükroz içeren 1 ml taze McBain (Şekil 3.13) eklenerek 16 saat boyunca inkübe edilmiştir. Böylece 5 günlük inkübasyonun ilk günü tamamlanmıştır. Sonraki günlerde tüp içerisindeki McBain uzaklaştırılıp 2 kez steril PBS ile yıkanıp üzerine %0,2'lik sükrozlu taze McBain eklenerek 24 saat %5 CO₂'li 36°C etüvde (BKHS 120 BLULAB Etüv, Albar Kimya, Türkiye) (Şekil 3.14) inkübasyona bırakılmıştır.



Şekil 3.13. Örneklerin yıkanmasında kullanılan solüsyonlar a) %0,2'lik sükroz içeren taze McBain, b) Steril PBS



Şekil 3.14. İnkübasyon sürecinde kullanılan etüv

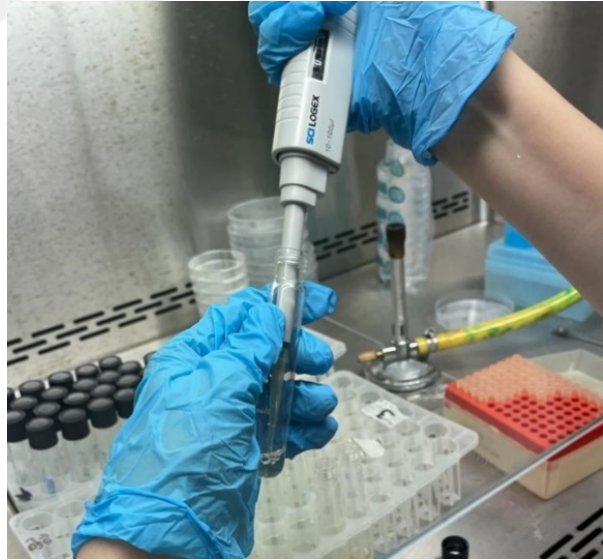
5 günlük protokol boyunca değişim, kontaminasyon riskini en aza indirmek için kabinde ve alev altında yapılmıştır.

3.9.1. Koloni Sayımları

Her alt gruptan 8'er örneğin, üzerinde oluşturulan biyofilmdeki koloni sayımları yapılmıştır. 5 günün sonunda, örneklerin bulunduğu tüpler içerisindeki Mcbain uzaklaştırılıp 2 kez steril PBS ile yıkandıktan sonra üzerine 1 ml steril Tryptic Soy Broth (TSB) koyularak vortexlenmiştir (ONILAB MX-S Vorteks 2500 RPM), (Şekil 3.15). İçerisinde örnek bulunan besiyeri 1/10.000 dilüe edilerek (Şekil 3.16) içerisinden 50 µl alınıp, her bir örnek için 3 farklı besiyerine drigalski spatülü ile inoküle edilmiştir. Bu besiyerleri toplam *S.mitis* sayısı için %1 potasyum tellurit içeren Mitis Salivarius Agar (MSA), toplam koloni sayısı için %5 kanlı Tryptic Soy Agar (TSA) ve toplam *S. mutans* sayısı için 15 gr bacto casitone, 5 gr yeast extract, 0,2 gr L-cysteine hydrochloride, 0.1 gr sodium sülfite, 20 gr sodium asetat, 20 gr şeker, 15 gr agar ve 0,2 U/ml basitrasin 1 lt distile su içinde çözdürülerek hazırlanmıştır. Ardından agar plaklar 37°C de %5 CO₂'li inkübatörde 48 saat boyunca inkübe edildi. İlk 24 saatin sonunda agar plaklarda kontaminasyon kontrolü yapılmıştır.



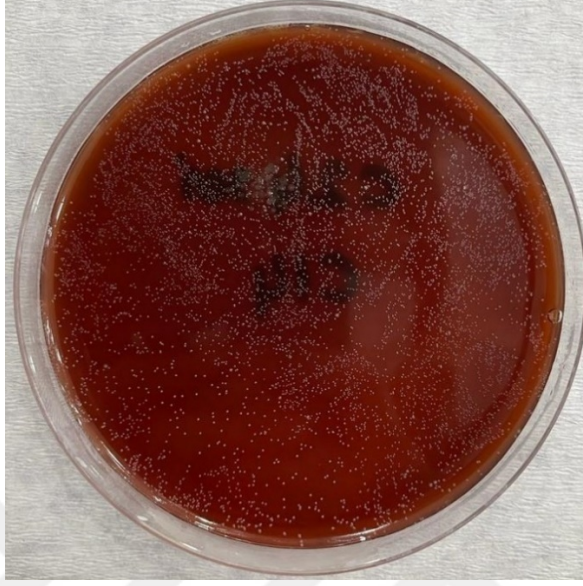
Şekil 3.15. Vorteks cihazı



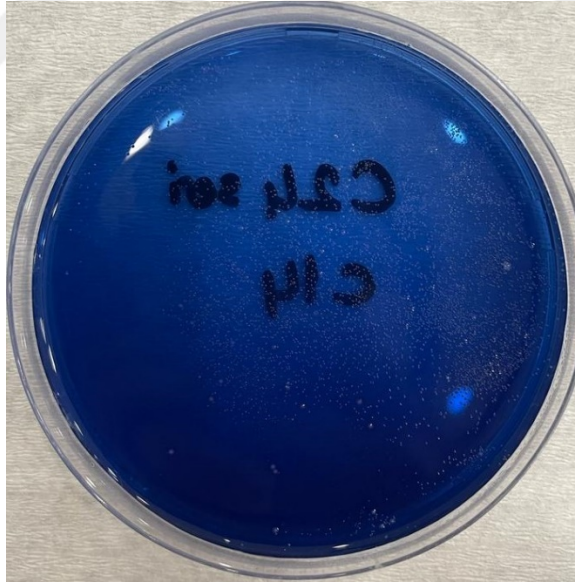
Şekil 3.16. İçerisinde örnek bulunan besiyerinin dilüe edilmesi

İnkübasyon sonunda hazırlanan agarlarda oluşan bakteri kolonizasyonu Şekil 3.17, Şekil 3.18 ve Şekil 3.19’de gösterilmiştir. Kırık adet örnekte bakteri süspansiyonunun 1/10.000 dilüsyonundan 50 µl ekim yapılması sonundaki koloni sayıları CFU cinsinden sayılmıştır. Bakteri süspansiyonun seyreltme katsayısı ile çarpımı sonucu 1

ml deki bakteri sayısı $\times 10^6$ CFU/ml cinsinden belirlenmiştir. Geriye kalan 10 adet örneğin 5 günlük prosedürün ardından, yüzeylerinde oluşan biyofilm kolonizasyonu SEM ile incelenmiştir.



Şekil 3.17. %5 kanlı TSA’da 48 saat inkübasyonun sonunda oluşan bakteri kolonileri



Şekil 3.18. Mitis Salivarius Agarda 48 saat inkübasyonun sonunda oluşan bakteri kolonileri



Şekil 3.19. S.mutans kolonizasyonu için hazırlanan agarda 48 saat inkübsayonun sonunda oluşan bakteri kolonileri

3.9.2. Örneklerin Yüzeyinde Oluşturulan Polimikrobiyal Biyofilmin SEM ile Görüntülenmesi

Her alt gruptan, üzerinde polimikrobiyal biyofilm oluşturulan 2'şer örneğin, 5 günlük prosedürün ardından, yüzeylerinde oluşan biyofilm kolonizasyonu SEM ile incelenmiştir.

3.9. Verilerin Değerlendirilmesi İçin İstatistiksel Analizlerin Yapılması

Elde edilen veriler SPSS paket programına (SPSS 18.00 for Windows, Chicago, IL, ABD) girilerek, tanımlayıcı istatistikler (minimum, maksimum, ortalama, standart sapma vb.), güvenilirlik analizi ve karşılaştırma testleri gerçekleştirildi.

Nicel (kantitatif) verilerin karşılaştırmasında, parametrik koşulların sağlanması (Levene's Test) durumunda "Student T" testi, grupların tekrarlayan ölçümlerinde tek yönlü varyans analizi ve alt grup karşılaştırmalarında ise Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi kullanıldı.

Parametrik koşulların sağlanamadığı durumlarda, nitel (kalitatif) verilerin incelenmesinde ve grupların karşılaştırılmasında, Kruskal-Wallis, Mann-Whitney U, Wilcoxon ve ki kare (χ^2) testleri kullanıldı.

Sonuçlar %95'lik güven aralığında, $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

4.BULGULAR

4.1. Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Materyallerin yüzey pürüzlülük bulguları değerlendirilirken materyalin polisaj işlemi öncesi ve sonrası değerleri karşılaştırılmıştır. Polisaj uygulaması öncesi gruplar üst simge a (^a) ile gösterilirken, polisaj uygulaması sonrası gruplar üst simge b (^b) ile belirtilmiştir (Tablo 4.1). Kuron yüzeylerinin profilometre cihazı ile ölçülen ortalama pürüzlülük değerleri, kendi içinde değerlendirildiğinde HFK grubu için en yüksek pürüzlülük değerleri HFK-B^a grubundan elde edilirken bunu sırasıyla, HFK-C^a, HFK-B^b, HFK-C^b takip etmektedir. HFK-B^a grubundan elde edilen değer istatistiksel olarak diğer HFK gruplarından anlamlı olarak yüksektir ($p>0,05$). HZK grubu için ise HZK-B^a değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=1,00$).

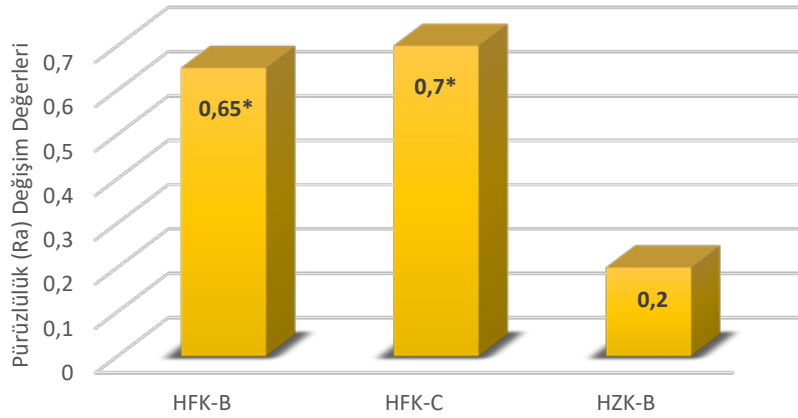
Her iki kuron grubu birbiriyle karşılaştırıldığında HZK gruplarının HFK gruplarından istatistiksel olarak daha düşük pürüzlülük değerlerine sahip olduğu görülmektedir ($p>0,05$).

Tablo 4.1. Çalışma gruplarının ortalama pürüzlülük (Ra) değerleri

Materyal	Alt grup	n	Ort.	HFK-B ^a	HFK-B ^b	HFK-C ^a	HFK-C ^b	HZK-B ^a	HZK-B ^b
HFK	HFK-B ^a	12	2,09	-	0,003	0,006	0,001	0,001	0,001
	HFK-B ^b	12	1,54	0,003	-	1,00	0,001	0,001	0,001
	HFK-C ^a	12	1,57	0,006	1,00	-	0,001	0,001	0,001
	HFK-C ^b	12	0,87	0,001	0,001	0,001	-	0,026	0,016
HZK	HZK-B ^a	12	0,44	0,001	0,001	0,001	0,026	-	1,00
	HZK-B ^b	12	0,42	0,001	0,001	0,001	0,016	1,00	-

Üst karakterler ile gösterilen a) polisaj uygulaması öncesi b) polisaj uygulaması sonrası belirtmektedir. İstatistiksel olarak anlamlı olan değerler koyu renkle belirtilmiştir.

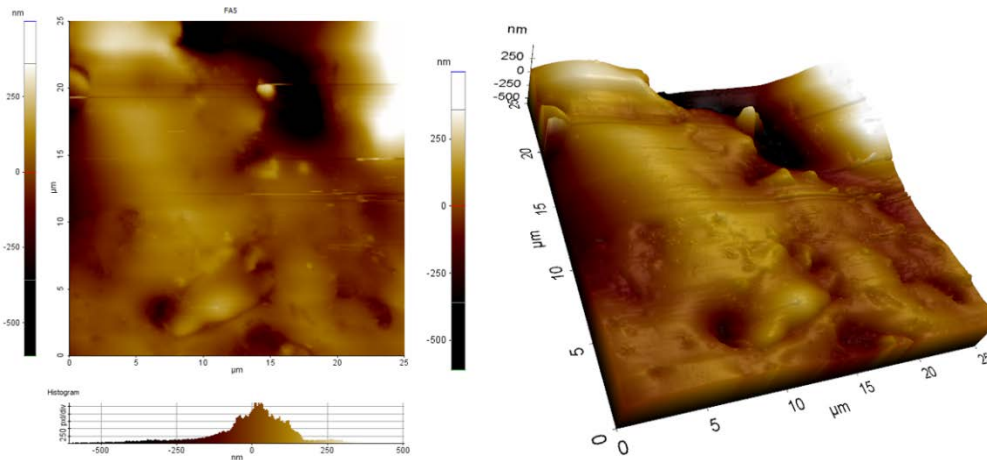
Polisaj uygulamalarının kuron materyallerinin yüzeylerinde meydana getirdiği değişimler incelendiğinde tüm gruplarda polisaj sonrasında pürüzlülük değerlerinin azaldığı görülmektedir. Değerlerdeki en büyük farklılık HFK-C grubundan elde edilirken, en az değer değişimi HZK-B grubunda olmuştur. HFK-B ve HFK-C grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p=0,935$), HZK-B grubuna ait değer diğer iki gruptan istatistiksel olarak daha düşük olduğu görülmektedir ($p=0,001$)(Şekil 4.1).



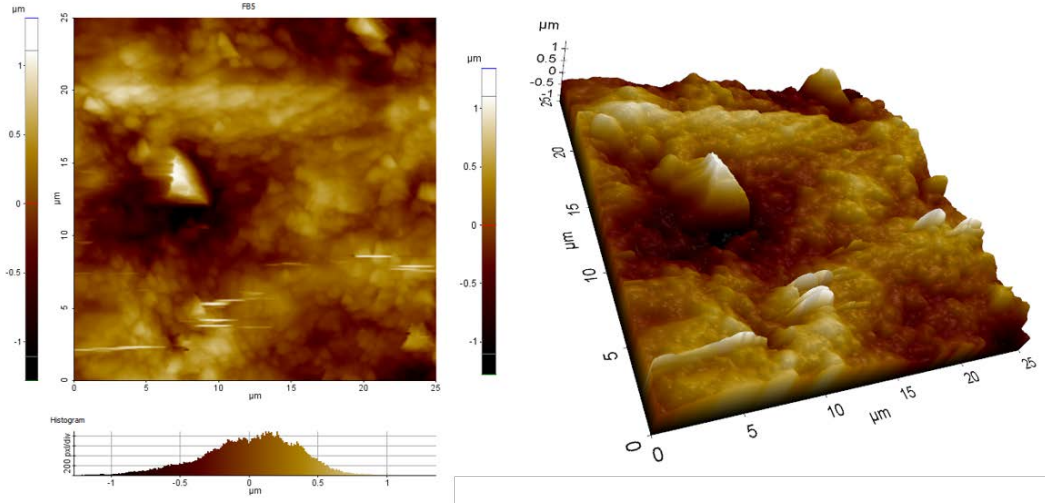
Şekil 4.1. Çalışma gruplarının polisaj materyallerine göre pürüzlülük(Ra) değişim değerleri. İstatistiksel olarak benzer değerler üst simge (*) ile belirtilmiştir ($p>0,05$).

4.2. AFM Analizi Bulguları

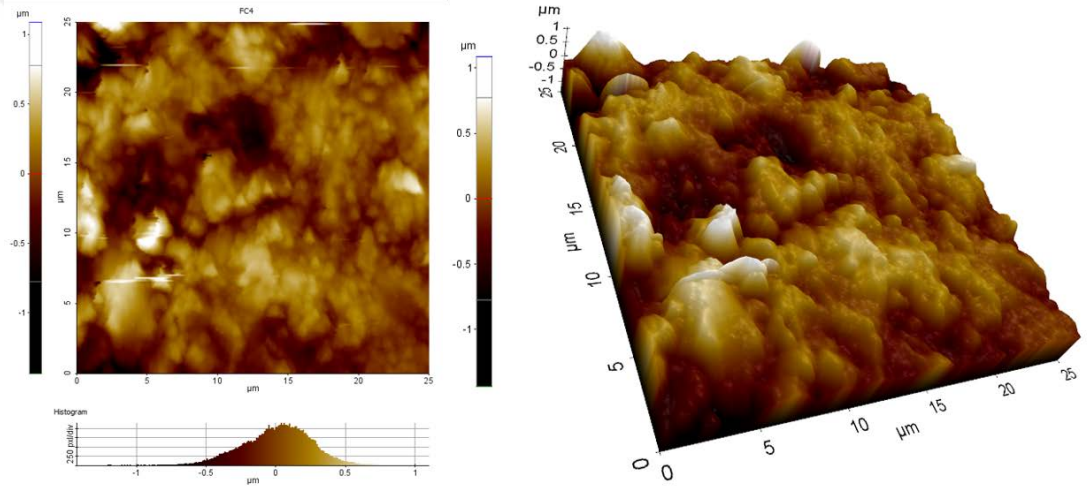
Her bir gruptan alınan AFM görüntüleri incelendiğinde farklı yüzey görüntülerine sahip oldukları görülmektedir. AFM analizi sonucunda elde edilen görüntüler Şekil 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6 'da gösterilmiştir.



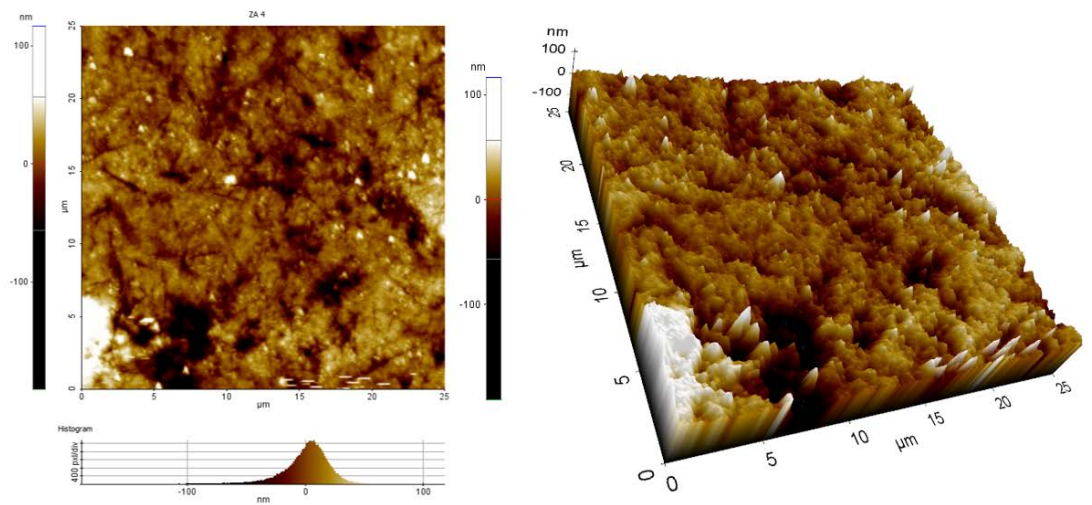
Şekil 4.2. HFK-A grubuna ait örneğin AFM görüntüsü



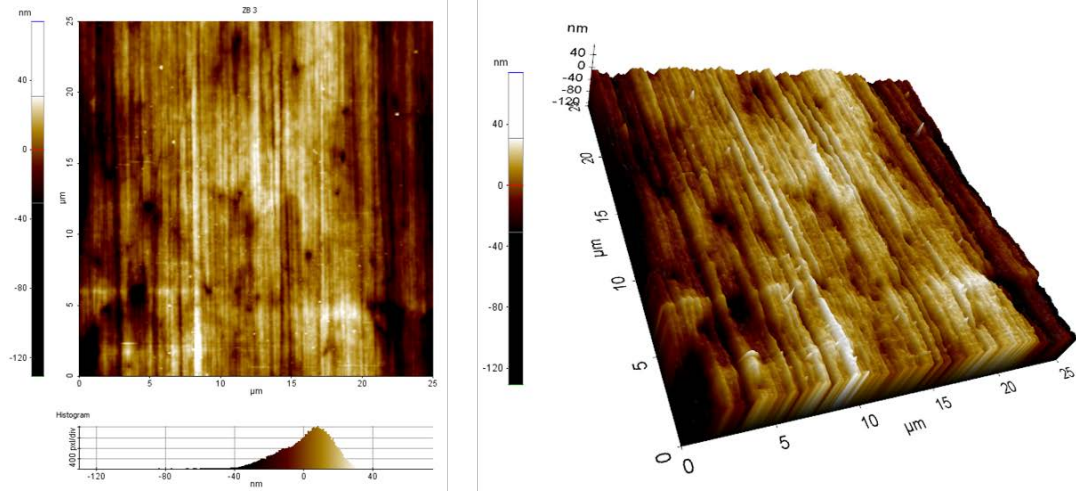
Şekil 4.3. HFK-B grubuna ait örneğin AFM görüntüsü



Şekil 4.4. HFK-C grubuna ait örneğin AFM görüntüsü



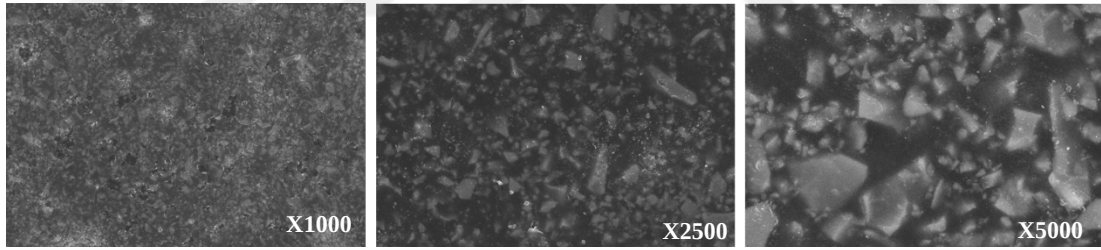
Şekil 4.5. HZK-A grubuna ait örneğin AFM görüntüsü



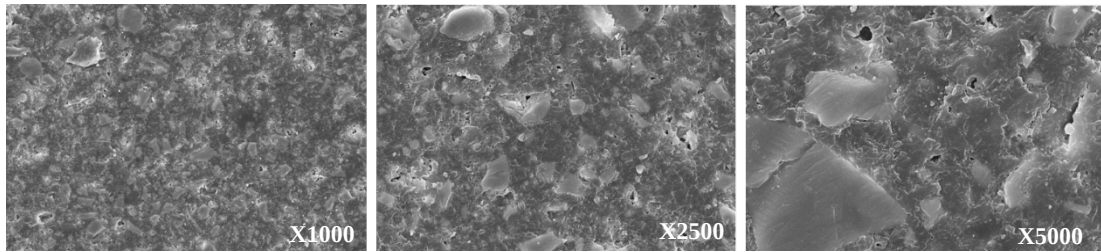
Şekil 4.6. HZK-B grubuna ait örneğin AFM görüntüsü

4.3. SEM Analizi Görüntüleri

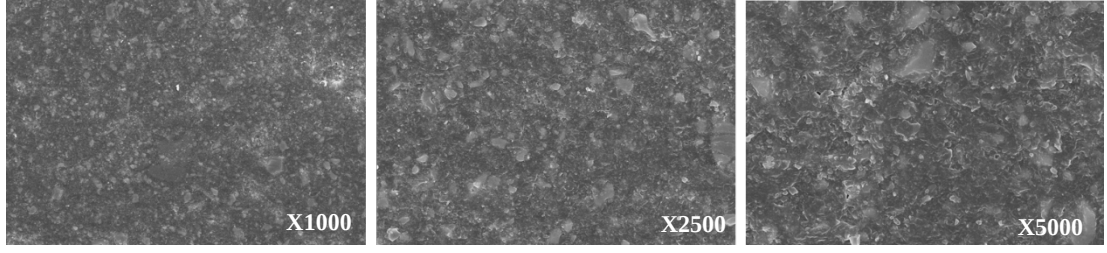
HFK ve HZK gruplarına ait biyofilm oluşumu öncesi SEM görüntüleri Şekil 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11’de görülmektedir. HFK-A grubunda doldurucu partiküller daha net bir biçimde izlenirken, polisaj sonrasında yüzeyde belirgin bir değişim olduğu görülmektedir. HZK-B grubunda ise polisaj sonrasında yüzeyde düzenli çizikler izlenmektedir.



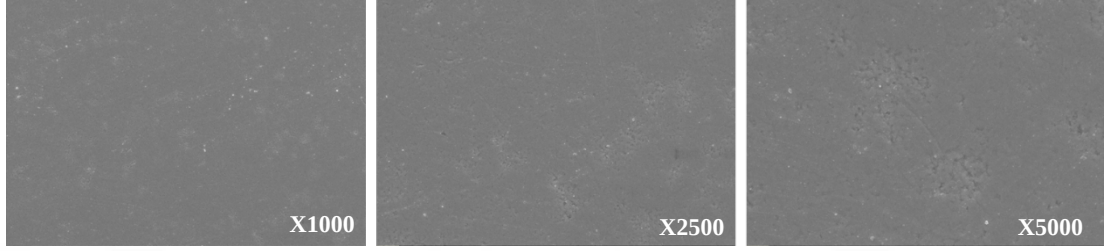
Şekil 4.7. HFK-A grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu öncesi SEM görüntüsü



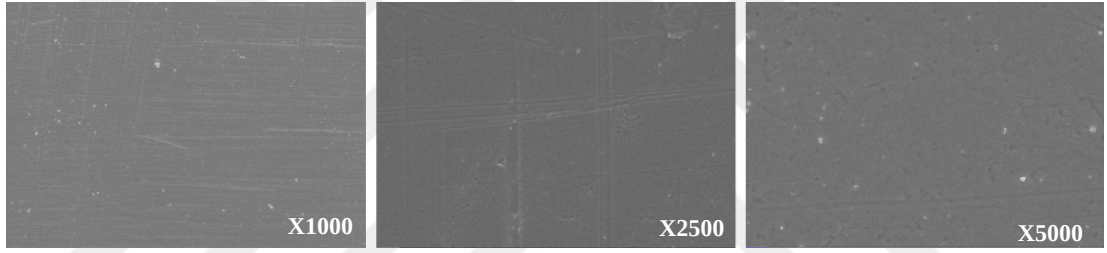
Şekil 4.8. HFK-B grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu öncesi SEM görüntüsü



Şekil 4.9. HFK-C grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu öncesi SEM görüntüsü



Şekil 4.10. HZK-A grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu öncesi SEM görüntüsü



Şekil 4.11. HZK-B grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu öncesi SEM görüntüsü

4.4. Bakteriyal Analiz Bulguları

Materyallerin yüzeylerinde oluşan polimikrobiyal biyofilme ait bakteri koloni sayıları Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Çalışma gruplarının genel bakteri koloni sayıları

	HFK-A	HFK-B	HFK-C	HZK-A	HZK-B
Toplam bakteri	49,26±25,07	39,51±12,14	34,07±14,47	27,89±13,40	28,81±19,36
<i>S.mutans</i>	29,85±4,08	27,35±4,42	27,32±2,75	10,60±2,11	12,85±2,86
<i>S.mitis</i>	23,84±4,65	23,42±6,26	19,74±4,02	10,55±2,26	10,65±3,21

Bakteri koloni sayıları ($\times 10^7$ Cfu/ml) olarak hesaplanmıştır.

Kuron materyallerine göre toplam bakteri koloni sayıları değerlendirildiğinde, HFK grubunda en yüksek koloni sayısı polisaj uygulanmamış olan HFK-A grubunda görülürken, en düşük koloni sayısının HFK-C grubunda olduğu belirlenmiştir. HZK

grubunda da toplam koloni sayısı HFK grubunun aksine polisaj uygulanmış olan HZK-B grubunda en yüksek bulunmuştur. Her iki kuron grubu birbiriyle karşılaştırıldığında da toplam bakteri koloni sayılarının HZK gruplarında daha düşük olduğu görülmüştür. Ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Toplam bakteri koloni sayıları ile yüzey pürüzlülük değerlerinin uyumlu olduğu görülmektedir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Çalışma gruplarının toplam koloni sayılarının karşılaştırılması

Materyal	Alt Gruplar		Ortalama pürüzlülük değerleri	Ortalama koloni sayıları	HFK			HZK	
		n	Ort.	Ort.±ss	HFK-A	HFK-B	HFK-C	HZK-A	HZK-B
HFK	HFK-A	8	1,71±0,50	49,26±25,07	-	0,799	0,429	0,13	0,159
	HFK-B	8	1,54±0,48	39,51±12,14	0,799	-	0,971	0,678	0,741
	HFK-C	8	0,87±0,36	34,07±14,47	0,429	0,971	-	0,954	0,971
HZK	HZK-A	8	0,40±0,12	27,89±13,40	0,13	0,678	0,954	-	1
	HZK-B	8	0,42±0,17	28,81±19,36	0,159	0,741	0,974	1	-

S.mitis bakteri koloni sayıları değerlendirildiğinde, toplam bakteri koloni sayılarıyla benzer bulgular elde edilmiştir. HFK grubunda en yüksek koloni sayısı polisaj uygulanmamış olan HFK-A grubunda görülürken, en düşük koloni sayısının HFK-C grubunda olduğu belirlenmiştir. Aksine HZK grubunda *S.mitis* bakteri koloni sayısı polisaj uygulanmış olan HZK-B grubunda en yüksek bulunmuştur. Her iki kuron grubu birbiriyle karşılaştırıldığında da *S.mitis* bakteri koloni sayılarının HZK gruplarında daha düşük olduğu görülmüştür. Ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). *S.mitis* bakteri koloni sayıları ile yüzey pürüzlülük değerlerinin uyumlu olduğu görülmektedir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Çalışma gruplarının *S.mitis* koloni sayılarının karşılaştırılması

Materyal	Alt Gruplar		Ortalama pürüzlülük değerleri	Ortalama koloni sayıları	HFK			HZK	
		n	Ort.±ss	Ort.±ss	HFK-A	HFK-B	HFK-C	HZK-A	HZK-B
HFK	HFK-A	8	1,71±0,50	23,84±4,65	-	1	0,96	0,208	0,214
	HFK-B	8	1,54±0,48	23,42±6,26	1	-	0,973	0,235	0,242
	HFK-C	8	0,87±0,36	19,74±4,02	0,96	0,973	-	0,562	0,572
HZK	HZK-A	8	0,40±0,12	10,55±2,26	0,208	0,235	0,562	-	1
	HZK-B	8	0,42±0,17	10,65±3,21	0,214	0,242	0,572	1	-

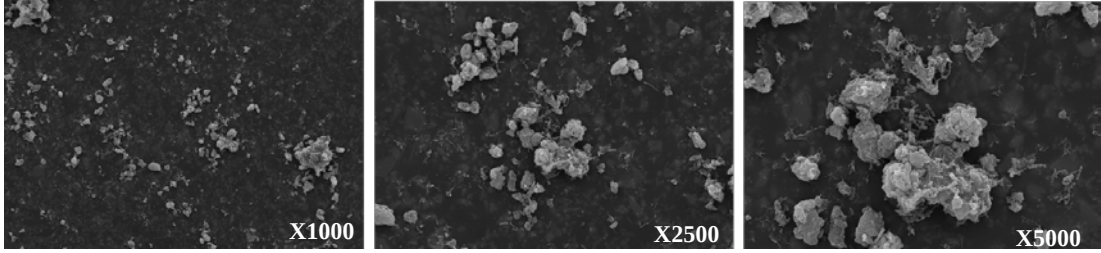
S.mutans bakteri koloni sayıları değerlendirildiğinde de benzer bulgular elde edilmiştir. HFK grubunda en yüksek koloni sayısı polisaj uygulanmamış olan HFK-A grubunda görülürken, en düşük koloni sayısının HFK-C grubunda olduğu belirlenmiştir. HZK grubunda ise *S.mutans* bakteri koloni sayısı polisaj uygulanmış olan HZK-B grubunda en yüksek bulunmuştur. Her iki kuron grubu birbiriyle karşılaştırıldığında da *S.mutans* bakteri koloni sayılarının HZK gruplarında daha düşük olduğu görülmüştür. HFK ve HZK gruplarından elde edilen veriler kendi içlerinde değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). HZK-A grubu ile sadece HFK-A grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken ($p=0,002$), HZK-B grubu ile tüm HFK grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). *S.mutans* bakteri koloni sayıları ile yüzey pürüzlülük değerlerinin uyumlu olduğu görülmektedir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Çalışma gruplarının *S.mutans* koloni sayılarının karşılaştırılması

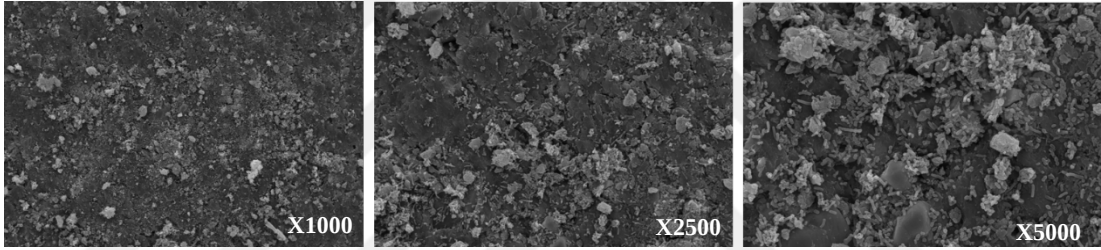
Materyal	Alt Gruplar		Ortalama pürüzlülük değerleri	Ortalama koloni sayıları	HFK			HZK	
		n	Ort.±ss	Ort.±ss	HFK-A	HFK-B	HFK-C	HZK-A	HZK-B
HFK	HFK-A	8	1,71±0,50	29,85±4,08	-	0,984	0,983	0,002	0,009
	HFK-B	8	1,54±0,48	27,35±4,42	0,984	-	1	0,01	0,033
	HFK-C	8	0,87±0,36	27,32±2,75	0,983	1	-	0,01	0,033
HZK	HZK-A	8	0,40±0,12	10,60±2,11	0,002	0,1	0,1	-	0,989
	HZK-B	8	0,42±0,17	12,85±2,86	0,009	0,033	0,033	0,989	-

4.5. Biyofilm Oluşumu Sonrası SEM Analizi Görüntüleri

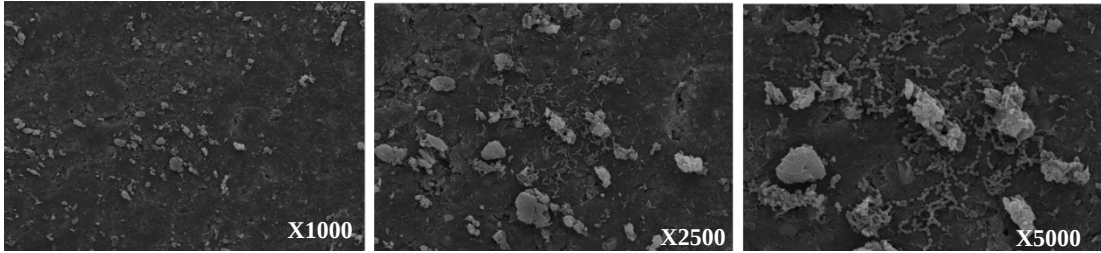
SEM analizi görüntüleri değerlendirildiğinde toplam bakteri koloni sayıları ile uyumlu oldukları görülmektedir. HFK gruplarında HZK gruplarına kıyasla daha yoğun biyofilm oluşumları görülmektedir. Biyofilm oluşumu sonrası SEM analizi görüntüleri Şekil 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16’da gösterilmiştir .



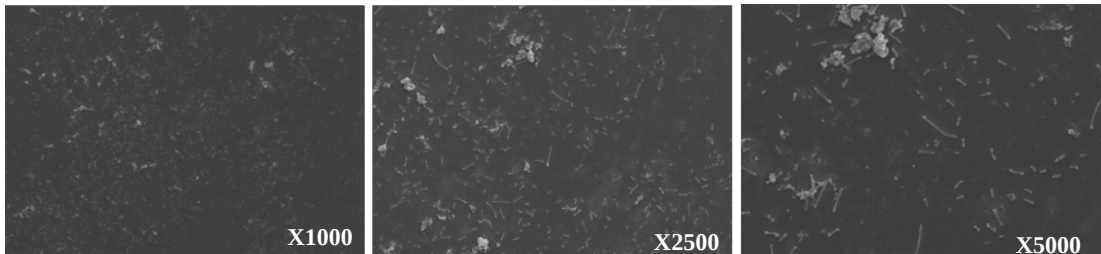
Şekil 4.12. HFK-A grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu sonrası SEM görüntüsü



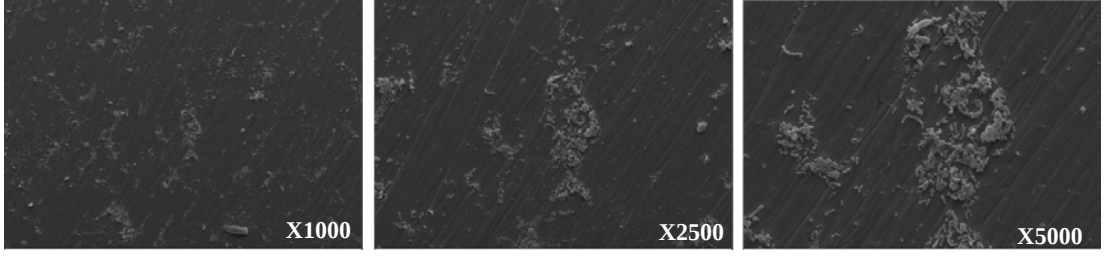
Şekil 4.13. HFK-B grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu sonrası SEM görüntüsü



Şekil 4.14. HFK-C grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu sonrası SEM görüntüsü



Şekil 4.15. HZK-A grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu sonrası SEM görüntüsü



Şekil 4.16. HZK-B grubuna ait örneğin biyofilm oluşumu sonrası SEM görüntüsü



5.TARTIŞMA

Diş çürükleri, günümüzde hala insanlarda her yaşta bulunabilen en yaygın bakteriyel hastalıklarından biri olarak görülmektedir.⁽¹⁾ Süt dişlerindeki yaygın çürükler; çocuğun ağrı, şişlik, erken süt dişi kaybı, fonasyon, beslenme güçlüğü, estetik gibi konularda problem yaşamasına yol açtığı gibi büyüme ve gelişimini de etkilemektedir.⁽⁶⁾ Süt dişlerindeki yaygın çürüklerin restorasyonunda pek çok materyal kullanılmaktadır. Ancak süt dişlerinin küçük boyutları, diş yüzeyinin pulpaya yakın oluşu, bonding işlemi için mine yüzeyinin ince ve dar olması, çocuğun davranış problemleri ve tedavinin maliyeti bu dişlerin restorasyonlarını güçleştirmektedir.^(6, 161) Bu nedenle çok yüzlü çürüğe ve aşırı madde kaybına sahip süt dişlerinin tedavisinde hem estetik hem de dayanıklı olan tam kuronal restorasyonlar önerilmektedir.^(20, 35)

Sönmez ve Durutürk⁽¹⁶²⁾ tarafından yapılan bir çalışmada, aşırı madde kaybına uğramış 154 süt azı dişine pulpal tedavi uygulanmıştır. Çalışmada, 70 adet süt dişi amalgam ile restore edilirken, 84 adet süt dişi PÇK ile restore edilmiştir. Başarı oranları amalgam restorasyonlar için %60 iken, PÇK restorasyonlar için %79,9 olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre aşırı madde kayıplı süt dişlerine kuron restorasyonların yapılmasının, prognozu daha iyi yönde etkilediği gösterilmiştir.

Holan ve ark.⁽¹⁶³⁾ tarafından yapılan çalışmada amalgam ve PÇK ile restore edilen pulpal tedavi görmüş dişlerin 27 ila 29 aylık takipleri sonucunda dişlerdeki başarı oranı PÇK ile restore edildiklerinde daha yüksek bulunmuştur.

Chisini ve ark.⁽¹⁶⁴⁾ süt dişlerine yapılan farklı restorasyon materyallerinin en az 1 yıllık takip süresi ile sağkalım oranlarını değerlendiren çalışmaları taramışlardır. 12.047 restorasyonu değerlendirdikleri çalışmada en düşük başarı oranı kompozit rezinlerde gözlenirken, en yüksek başarı oranı PÇK’larda görülmüştür.

PÇK’lar tüm bu olumlu özelliklerinin yanı sıra çocukları ve ebeveynlerini estetik açıdan memnun edememektedir. Woo ve ark.⁽¹⁶⁵⁾ tarafından ebeveyn beklentileri üzerine yapılan araştırmanın sonuçlarına göre ebeveynlerin sağlık ve estetiğe aynı düzeyde önem verdikleri belirtilmiştir. Bu nedenle PÇK’ları estetik bulmadıkları için başarısız olarak değerlendirmişlerdir.

Zimmerman ve ark.⁽²⁰⁾ yaptıkları çalışmada, ön ve arka grup süt dişi restorasyonlarında ebeveynlerin öncelikli olarak estetiğe, sonrasında sırasıyla maliyete, materyalin toksisitesine ve sağlamlığına dikkat ettiklerini belirtmişlerdir.

PÇK'lardaki bu estetik dezavantajı gidermek amacıyla PÇK'lar modifiye edilerek, açık yüzlü PÇK ve veneere edilmiş PÇK'lar geliştirilmiştir.⁽²⁸⁾

MacLean ve ark.⁽¹⁶⁶⁾ yaptıkları çalışmada veneere edilmiş PÇK'ların sağkalım, kırılma ve aşınma oranlarını değerlendirmişlerdir. Uyguladıkları 68 veneere edilmiş PÇK'nın ilk yıl sonundaki sağkalım oranı %81 olarak bulunmuştur.

Yapılan başka bir çalışmada ise son 3 yıl içerisinde veneere edilmiş PÇK uygulanan hastalar kontrole çağrılmıştır. 46 dişte bulunan kuronlar değerlendirildiğinde, kuronların hepsinin ağız içinde mevcut olduğu görülmüştür ve ortalama sağkalım süreleri 17,5 ay olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre veneere edilmiş PÇK'ların uzun süre ağızda kaldığı belirtilmiştir.⁽¹⁶⁷⁾

Nagarathna ark.'nın⁽¹⁶⁸⁾ hekimlerin açık yüzlü PÇK'larla ilgili memnuniyetini değerlendirdikleri çalışmada işlem kolaylığıyla ilgili görüşler olumlu olarak bulunurken, hekimlerin %80'i çocukların açık yüzlü PÇK yapılırken kooperasyonunu olumlu değerlendirmişlerdir.

Açık yüzlü PÇK'larda başarılı çalışmaların varlığına rağmen, uygulama süresinin uzunluğu, zayıf renk stabilitesi, estetik özelliğin yetersizliği; veneere edilmiş PÇK'larda rezin yapısında kırılmaların meydana gelmesi, sınırlı renk seçeneğinin olması gibi dezavantajlar da bulunmaktadır. Bu nedenle kullanımları sınırlı olmaktadır.^(28, 35) Estetik açıdan PÇK'lara göre kabul edilebilir olmasına rağmen ebeveynlerin estetik beklentisini tam olarak karşılayamadıkları da gösterilmiştir.⁽⁵⁵⁾

Süt dişlerinde tam kuronal restorasyonlara diğer bir alternatif olan strip kuronlar, diğer kuronlarla karşılaştırıldığında en estetik kuronal restoratif materyal olarak görülmektedir.⁽³²⁾

Kupietzky ve ark.⁽¹⁶⁹⁾ tarafından yapılan çalışmada 40 çocuğa uygulanan 112 strip kuron restorasyonu değerlendirilmiştir. 18 aylık değerlendirmede %12'sinde rezin kaybı görülürken, %88'i başarılı bulunmuştur. Dişlerin %8'inde pulpal enflamasyon

görülmüştür. Çalışmaya göre genel olarak strip kuronların dayanıklılık olarak iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Ram ve Fuks ⁽¹⁷⁰⁾ tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise en az 24 ay sonra takip için başvuran 200 çocuğun kayıtları değerlendirilmiştir. Strip kuron ile yapılan restorasyonların radyografik değerlendirmesi, marjinlerin kalitesi ve pulpal ve/veya periapikal patolojilerin varlığı kaydedilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre restorasyonların %80'den fazlasının başarılı olduğu görülmüştür.

Kupietzky ve ark.'nın⁽¹⁷¹⁾ yaptığı başka bir çalışmada ise 52 çocuktaki 142 strip kuron restorasyonu değerlendirilmiştir. Ortalama 31,3 aylık değerlendirme sürecinin sonundaki restorasyonların %20'sinde bir miktar rezin materyal kaybı olduğu görülmüştür. Dişlerin %92'sinde pulpal değişim olmadığı belirlenmiştir.

Strip kuronlarla ilgili tüm bu olumlu özelliklerin yanında, PÇK'lara göre daha düşük direnç ve kuvvete sahip olması, teknik hassasiyet gerektirmesi ve renk stabilizasyonunun sağlanamaması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.⁽⁵⁵⁾

Özellikle süt dişlerinin tam kuronal restorasyonlarında estetiğin de sağlanması amacıyla yakın geçmişte HZK'lar piyasaya sürülmüştür. Yüksek dayanıklılık, kırılma direnci gibi üstün mekanik özelliklere sahip olan zirkonyum materyali daimi dişlerin restorasyonunda sıklıkla kullanılmakta ve başarılı sonuçlar elde edilmektedir.⁽¹⁷²⁾ Süt dişlerinde de kullanımı artan HZK'lar hem estetik olarak kabul edilebilir hem de arka bölgede maruz kaldıkları kuvvetlere dayanıklı kuronlardır.⁽¹⁷³⁾

Seminario ve ark.⁽¹⁷⁴⁾ tarafından yapılan bir çalışmada genel anestezi altında 94 adet ön süt dişine uygulanan HZK'nın sağkalım oranları değerlendirilmiştir. Başarı oranları 12 aylık takipte %93, 24 aylık takipte %85 ve 36 aylık takipte %76 olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda, HZK'ların küçük çocuklarda ön süt dişlerin tedavisi için uygun bir alternatif olduğu belirtilmiştir.

El Shahawy O'Connell ⁽¹⁷⁵⁾ HZK uygulanan 86 süt dişinin sağkalım oranlarını değerlendirmişlerdir. Genel sağkalım oranı 12 ay sonunda %95,3 ve 24 ay sonunda %80,2 olarak bulunmuştur. Çalışmada 24 aylık takip süresi sonunda HZK'ların üstün estetik özelliğe sahip dayanıklı kuronlar olduğu bildirilmiştir.

Albulhadi ve ark.⁽¹⁷⁶⁾ yaptıkları çalışmada 60 adet PÇK ve 60 adet HZK restorasyonu karşılaştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre HZK'lar PÇK'lara göre %80 oranında daha iyi dişeti ve ağız hijyeni iyileşmesi göstermiştir. HZK restorasyonların, yüksek maliyetine rağmen dişeti cevabı ve plak tutulumu konusunda daha iyi performans gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Başka bir çalışmada ise 232 adet pulpal tedavi görmüş ön ve arka grup süt dişine HZK restorasyonları uygulanmıştır. 2 yıllık takip sonucunda ön dişlerin %90'ı ve arka dişlerin %76 iyi bir marjinal bütünlük göstermiştir.⁽¹⁷⁷⁾

Alhissan ve Pani⁽¹⁷⁸⁾'nin çalışmasında ön süt dişlerine uygulanan 70 adet HZK'nın 2 yıllık takibi sonucunda sağkalım oranları %94,3 olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda HZK'lar kabul edilebilir düzeyde başarılı ve uzun ömürlü olarak değerlendirilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada süt dişlerine uygulanan PÇK ve HZK restorasyonların 3 yıllık takipleri sonucunda HZK'lar PÇK'lardan daha az plak tutulumu göstermiştir. Rengin kabulü ve çocuğun memnuniyeti ile ilgili olarak iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür. Bu da HZK'ların estetik açıdan daha üstün olduğunu göstermektedir.⁽¹⁷⁹⁾

Tüm bunların yanında HZK'lar maliyetinin fazla olması ve diğer kuronal restorasyonlarla karşılaştırıldığında daha fazla diş preperasyonu gerektirmesi gibi dezavantajlara da sahiptir.⁽¹⁸⁰⁾

Clark ve ark.⁽¹⁸¹⁾ yaptıkları çalışmada 100 adet süt dişine uyguladıkları PÇK ve HZK restorasyonları değerlendirmişlerdir. Çalışmada, HZK'ların tedavi başarısının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılrken, gereken preparasyon ihtiyacı karşılaştırıldığında HZK uygulanan dişlerde daha fazla küçültme gerektiği gözlenmiştir.

Tüm bunların yanında yakın zamanda üretilen HFK'lar; cam fiber yapısından dolayı estetik, esnek ve doku uyumu özellikleriyle öne çıkmaktadır. Ancak bu kuronlarla ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Talekar ve ark.⁽¹⁸²⁾ yaptıkları çalışmada 30 HZK ve 28 HFK restorasyonun 18 aylık takibi sonucunda gruplar arasında renk değişimi, oklüzal aşınma, diş eti sağlığı, plak birikimi ve ebeveyn memnuniyeti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu

belirlenmiştir. HZK'lar tüm bu kategorilerde HFK'lardan daha iyi performans göstermiştir. Ancak uygulama basamakları ve süresi açısından karşılaştırıldığında HFK'ların daha iyi olduğu görülmüştür.

Yapılan başka bir çalışmada süt dişlerine uygulanan PÇK'lar ile HFK'lar karşılaştırılmış ve 1 yıllık takip sonucunda HFK'lar ile PÇK'ların retansiyon açısından benzer olduğu belirtilmiştir.⁽¹⁸³⁾

Çiftçi ve ark.⁽⁷³⁾ yaptıkları çalışmada 120 adet çekilmiş süt azı dişine uyguladıkları HZK ve HFK restorasyonunun kırılma direncini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda HFK'lar HZK'lardan daha yüksek kırılma direnci göstermiştir.

Çalışmamızda, HZK'ların üstün mekanik ve estetik özelliklerinin olması ve literatür taramalarında HFK'lar ile ilgili yeterli çalışma bulunmaması nedeniyle bu materyaller kullanılmıştır.

Bir restorasyon erken oklüzal temaslar gösterdiğinde, yerleştirme sırasında yetersiz konturlar görüldüğünde, kenar uyumsuzluklarında ve buna benzer durumlarda klinik olarak düzenlenmesi gerekir.⁽¹⁴⁵⁾

Pürüzsüz bir yüzey başarılı bir restorasyon için önemlidir. Restorasyondaki pürüzlü yüzeyler, gingival enflamasyon ve bitişik dişlerde çürük gelişmesine yol açabilecek plak oluşumu riskini artırır. Artan pürüzlülük aynı zamanda karşı dişin restorasyonunda da aşınmaya neden olabilir.^(136, 150, 184) Bitirme ve polisaj işlemlerinde kullanılan enstrümanların ve tekniklerin, pürüzsüz bir yüzey oluşturarak restorasyonun kırılma ve çatlak riskini azaltması, restorasyonun aşındırma özelliğini azaltarak karşıt dişlerin aşınmasını en aza indirmesi ve bakterilerin restorasyon yüzeyine adezyonunu engelleyerek maksimum pürüzsüzlükte bir restorasyon oluşturmaya beklenmektedir.⁽¹⁴⁰⁾

Üretici firma tarafından HFK'ların polisajında kompozit rezin materyallerin polisajında kullanılan sisteminlerin uygulanabileceği belirtilmektedir.⁽⁷²⁾ Kompozit rezin restorasyonların bitirme ve polisaj işlemlerinde karbid frezler, elmas frezler, aşındırıcı lastik ve uçlar, aşındırıcı diskler gibi birçok sistem kullanılabilmektedir.^{(153,}

154)

Madhyastha ve ark.⁽¹⁸⁵⁾ tarafından yapılan bir çalışmada cam iyonomer ve kompomer restorasyon materyallerine tungsten karbit, elmas frez, polisaj diskleri ve polisaj fırçalarıyla bitirme ve polisaj işlemleri uygulanmıştır. Çalışmaya göre en düşük yüzey pürüzlülüğü elmas frez ile bitirme işlemi sonrası polisaj fırçalarının uygulandığı grupta bulunmuştur.

Mallya ve ark.⁽¹⁸⁶⁾ yaptıkları in vitro çalışmada rezin esaslı olan ve olmayan üç restoratif materyale üç farklı polisaj işlemi (Sof-Lex Disks, elmas bitirme frezi, tungsten karbid bitirme frezi) uyguladıktan sonra yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Tüm materyallerde en yüksek pürüzlülük değerleri elmas frezlerle yapılan bitirme işlemleri sonrasında ölçülmüştür.

Daha büyük boyuttaki düzensizliklerin giderilmesinde özellikle frezlerden faydalanılmaktadır. Ancak yapılan çalışmalarda da görüldüğü gibi en pürüzlü yüzeyler frezle bitirme işlemleri sonrasında oluşmaktadır. Bu nedenle özellikle frezle bitirme işlemlerinden sonra polisaj yapılması önerilmektedir.⁽¹⁸⁵⁾

Biçer ve ark.⁽¹⁸⁷⁾ yaptıkları in vitro çalışmada tek aşamalı polisaj sistemi ve çok aşamalı polisaj disk sistemi kullanılan kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Çalışmaya göre tek aşamalı sistemlerin polisaj açısından kullanılan materyale bağlı olarak çok aşamalı sistemlere benzer sonuç verebileceğini ve böylece işlem süresinin kısalması gibi avantajları nedeniyle tercih edilebileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda bu amaçla HFK'ların bir grubunda frezle bitirme işlemi sonrasında tek basamaklı polisaj sistemi kullanılarak çalışma gruplarından biri oluşturulmuştur.

Kompozit rezin materyalinin kullanıldığı birçok çalışmada özellikle çok basamaklı polisaj sistemlerinin en pürüzsüz yüzeyi oluşturduğu bildirilmektedir. Gedik ve ark.⁽¹⁸⁸⁾ yaptıkları çalışmada, mikrohibrit rezin esaslı kompozitlerde farklı bitirme ve polisaj işlemleri sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerini karşılaştırmışlar ve en iyi sonuçların çok basamaklı alüminyum oksit kaplanmış diskler (Sof-Lex) ile elde edildiğini bildirmişlerdir.

Üçtaşlı ve ark.⁽¹⁸⁹⁾ farklı tipteki kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü karşılaştırdıkları çalışmalarında, bitirme ve polisaj yöntemleri arasında çok basamaklı

disk sistemlerinin diğer sistemlere nazaran daha düz yüzeyler oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Başeren⁽¹⁹⁰⁾ yaptığı çalışmada farklı bitirme ve polisaj sistemlerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda; yüzey pürüzlülüğü açısından en iyi performansın çok basamaklı bitirme disk setinden alındığı belirtilmiştir.

Bu nedenle çalışmamızda HFK'ların polisajında çok basamaklı bir polisaj sistemi kullanılarak diğer bir çalışma grubu oluşturulmuştur.

Zirkonyum kurlonların polisajında ise polisaj lastikleri, taşlar, pomza ve pastalar kullanılmaktadır.⁽¹⁹¹⁾

Park ve ark.⁽¹⁹²⁾ monolitik zirkonya ve feldspatik seramik örneklerle üç farklı polisaj kitiyle (EVE Diacera, CeraGloss HP, Edenta, Shofu) mekanik parlatma işlemi yapmışlar, çalışmanın sonucunda zirkonyuma uygulanan polisaj sistemlerinden EVE Diacera'nın daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çağlar ve ark.⁽¹⁹³⁾ yaptıkları çalışmada monolitik zirkonya örneklerini rastgele 4 gruba ayırmışlardır. Üç farklı polisaj sisteminin (Meisinger, EVE Diacera, EVE Diapol) yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında en düşük pürüzlülük değerlerinin EVE Diacera polisaj sisteminde olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada zirkonyum bloklar üzerinde iki farklı polisaj sisteminin (Kenda, Diacera) yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre Diacera polisaj sisteminin yüzey pürüzlülüğü üzerinde daha başarılı performans gösterdiği bildirilmiştir.⁽¹⁹⁴⁾

Go ve ark.⁽¹⁵⁰⁾ tarafından yapılan çalışmada farklı polisaj sistemlerinin (elmas frez, Diacera, CeraGloss, Ceramiste) HZK'lardaki yüzey pürüzlülüğüne etkinliği karşılaştırılmıştır. Çalışmaya göre en yüksek pürüzlülük değerleri elmas frezlerde görülürken, en düşük pürüzlülük Diacera polisaj sisteminde görülmüştür. Çalışmamızda bu çalışmaya uygun olarak HZK'ların polisajında Diacera polisaj sistemi kullanılarak HZK'ların polisaj grubu oluşturulmuştur. HFK ve HZK'ların yüzey sertlik derecesindeki farklılık nedeniyle bu kurlonların polisajında farklı sistemler kullanılmıştır.

Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde profilometre, AFM ve SEM gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında profilometre cihazları sıklıkla tercih edilmektedir. Bunun nedeni olarak, profilometre ile elde edilen verilerin istatistiksel analize daha uygun olması, kullanımının kolay ve ucuz olması, tekrarlanabilir ölçümler sağlayabilmesi gibi özellikleri gösterilebilmektedir.^(146, 147) SEM ve AFM gibi yöntemler profilometreye kıyasla daha ayrıntılı yüzey bilgisi vermektedir.⁽¹⁴⁶⁾ Kakaboura ve ark.⁽¹⁴⁶⁾ tarafından yapılan çalışmada, kompozit rezinlerin yüzey özellikleri profilometre, SEM ve AFM ile değerlendirilmiştir. AFM’de 3 boyutlu görüntü elde edildiği için profilometreye göre yüzey konfigürasyonunu belirlemede daha iyi olduğu ve SEM’e göre de daha detaylı bilgi verdiği bildirilmiştir. SEM, genellikle materyal yüzeylerini görüntülemek için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, SEM, sadece numune yüzeyinin morfolojik değerlendirmesine izin vermesi nedeniyle yüzey topografyasının tanımlanmasında bir sınırlama sunmaktadır. AFM ise nanometre çözünürlüğünde üç boyutlu bir yüzey analizi sağlayan daha ayrıntılı yüzey topografyası sunmaktadır.⁽¹⁹⁵⁾ Çalışmamızda materyal yüzeylerinin değerlendirilmesinde, birbirlerinin eksik yönlerini tamamladıkları belirtilen bu üç yöntem kullanılmıştır.

HFK’ları doğrudan karşılaştırabileceğimiz benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmamızda HFK’ların polisaj sonrası yüzey pürüzlülük değerlerini karşılaştırmak amacıyla rezin materyallere uygulanan polisaj sistemleriyle ilgili çalışmalar kullanılmıştır.

Bitirme ve polisaj sistemlerini karşılaştıran çalışmalara bakıldığında farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Yapılan bir çalışmada, mikrofil, nanofil ve nanohibrit 3 farklı kompozit rezin materyaline farklı polisaj sistemleri uygulanıp, materyallerin yüzey pürüzlülükleri değerlendirilmiştir. Bütün polisaj sistemlerinin, başlangıç değerlerine göre yüzey pürüzlülüğünü artırdığı bildirilmiştir.⁽¹⁹⁶⁾

Türkün ve Türkün⁽¹⁹⁷⁾ yaptıkları çalışmada 3 farklı kompozit rezin materyalinin polisaj yapılmadan ve farklı polisaj sistemleri kullanılarak yüzey pürüzlülüklerini ölçmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda polisaj yapılmayan gruptaki pürüzlülük değerlerinin en düşük olduğu bildirilmiştir.

Benzer sonuçların görüldüğü farklı araştırmalar da bulunmaktadır.^(198, 199) Verilen çalışmalarda olduğu gibi kompozit rezinlerde en düşük pürüzlülük değerleri herhangi bir polisaj işlemi yapılmadan önce görülmektedir. Polisaj uygulamasıyla bu materyallerde yüzey pürüzlülük değerlerinin arttığı bildirilmiştir. Ancak bu çalışmalarda rezin içerikli restoratif materyal örneklerinin hazırlanmasında materyal yüzeyine şeffaf bantlar yerleştirilerek iki cam blok arasında polimerizasyonları sağlanmakta ve daha pürüzsüz bir yüzey elde edilmektedir. Çalışmamızda ise çalışma materyallerinin hazır kuron olarak piyasada bulunması nedeniyle, ticari olarak satılan kuronların yüzey pürüzlülük değerleri incelenmiştir. HFK'ların polisaj öncesi ve sonrası pürüzlülük değerleri karşılaştırıldığında polisaj öncesi pürüzlülük değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. . Bununla birlikte, HFK polisaj öncesi gruplar (HFK-B^a ve HFK-C^a) birbirleriyle karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu da bize ticari olarak temin edilen kuronların yüzey pürüzlülük değerlerinin standart olamayabildiğini göstermektedir.

Polisaj sistemlerinin birbirleriyle karşılaştırmalarının yapıldığı ve farklı sonuçların elde edildiği birçok çalışma bulunmaktadır. Bashetty ve Joshi ⁽²⁰⁰⁾, iki farklı tipteki kompozit rezin materyalini kullandıkları çalışmalarında, polisaj sistemi olarak tek basamaklı PoGo ve çok basamaklı Super Snap sistemlerini kullanmışlar ve yüzey pürüzlülüklerini incelemişlerdir. Hibrit kompozit materyalinde, çok basamaklı polisaj sistemine göre tek basamaklı polisaj sistemi ile daha düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri görülürken, kondanse edilebilir kompozit materyalinde polisaj sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark belirlenmemiştir.

Ergücü ve ark.⁽¹⁵³⁾ çalışmalarında tek basamaklı PoGo ve çok basamaklı Optrapol ve One Gloss polisaj sistemlerinin farklı kompozit rezin materyalleri üzerindeki pürüzlülüklerini değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda her materyal için eşit olmasa da tek basamaklı PoGo polisaj sistemi ile daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

Bunların yanı sıra tek basamaklı sistemlerin, çok basamaklı polisaj sistemlerden daha yüksek pürüzlülük değerlerine sebep olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur. Yap ve ark.⁽²⁰¹⁾, farklı restorasyon materyallerine uyguladıkları tek veya çok basamaklı farklı polisaj sistemlerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini değerlendirmişler ve

en yüksek pürüzlülük değerlerinin tek basamaklı OneGloss polisaj lastiği kullanımında elde edildiğini bildirmişlerdir.

Antonson ve ark.⁽²⁰²⁾ yaptıkları bir araştırmada, tek ve çok basamaklı dört farklı bitirme ve polisaj sisteminin (Sof-Lex, 3M; Astropol, Ivoclar; EXL-695, 3M; Enhance/PoGo, Dentsply) iki farklı kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini kıyaslamıştır. Çalışmada çok basamaklı Sof-Lex disk setinin en iyi performansı sergilediği sonucuna varmışlardır.

Marghalani⁽²⁰³⁾ tarafından yapılan benzer bir çalışmada kompozit rezinlerden hazırlanan 48 numune üzerinde farklı bitirme ve polisaj sistemlerini kullanılmıştır. Çalışmada en düşük yüzey pürüzlülük değerlerinin çok basamaklı Sof-Lex disk sisteminin uygulandığı numunelerde olduğunu bulunmuştur.

Çalışmalarda elde edilen farklı sonuçların kullanılan polisaj materyaline ve polisaj yapılan materyalin özelliğine göre değiştiği görülmektedir. Ancak genel olarak değerlendirildiğinde çok basamaklı sistemlerle yapılan polisaj uygulamalarında, tek basamaklı sistemlere göre daha düzgün yüzeyler elde edildiği bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da çok basamaklı polisaj sisteminin kullanıldığı örneklerde daha düşük pürüzlülük değerleri ölçülmüştür. Bununla birlikte, tek basamaklı polisaj sisteminin kullanıldığı örneklerde başlangıç yüzey pürüzlülük değerlerinin çok daha yüksek olduğu göz önünde bulundurulduğunda, son pürüzlülük değerlerinin yerine değişim oranlarının değerlendirilmesinin daha doğru olacağı görülmektedir. Polisaj öncesi ve sonrası pürüzlülük ölçümlerindeki değişim miktarı değerlendirildiğinde ise her iki sistemde de benzer oranda azalma olduğu belirlenmiştir.

Zirkonyum materyallerinde uygulanan bitirme ve polisaj işlemleri karşılaştırıldığında çalışmaların çoğunda glaze işlemi sonrası uygulanan polisaj uygulamalarının yüzey pürüzlülüğünü artırdığı görülmektedir. Patterson ve ark.⁽²⁰⁴⁾ zirkonyum örneklerinin SEM görüntülerinde, ince ve ekstra ince elmas bitim frezleriyle elde ettikleri polisajlı yüzeylerin glaze ile elde ettikleri yüzey düzgünlüğüne ulaşamayacağını belirtmişlerdir.

Kim ve ark.⁽²⁰⁵⁾ monolitik zirkonya seramiğine glaze ve polisaj kiti ile mekanik polisaj yaptıkları çalışmalarında; pürüzlülük değerleri daha düşük olan yüzeylerin glaze grubuna ait olduğunu ifade etmişlerdir.

Çağlar ve ark.⁽¹⁹³⁾ monolitik zirkonyaya uyguladıkları üç farklı polisaj sistemini karşılaştıkları çalışmada en düşük yüzey pürüzlülük değerlerinin hiçbir polisaj uygulanmayan yani glazeli grupta olduğunu bildirmişlerdir.

Scotti ve ark.⁽²⁰⁶⁾ tarafından yapılan başka bir çalışmada da benzer şekilde zirkonyum blokların glaze ve polisaj uygulaması sonrasında yüzey pürüzlülük değerleri ölçülmüştür. Çalışmaya göre polisaj uygulamasının zirkonyum materyalinin yüzey pürüzlülüğünü artırdığını bildirmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada da zirkonyum blok örnekleri iki gruba ayrılarak gruplardan birine kaba bitirme ve polisaj işlemleri uygulanmıştır. Glazeli ve polisajlı grupların yüzey pürüzlülüklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, glazeli grubun yüzey pürüzlülük değerleri polisaj işlemi uygulanan gruptakilerden daha düşük bulunmuştur.⁽²⁰⁷⁾

Bunların yanında glaze uygulamasının polisaj uygulamasından daha yüksek pürüzlülük değerleri verdiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur. Dal Piva ve ark.⁽²⁰⁸⁾ yaptıkları çalışmada zirkonyum blokların glaze ve polisaj grubu olarak ikiye ayırmış ve yüzey pürüzlülük değerlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında glazeli grubun polisajlı gruptan daha yüksek pürüzlülük değerleri gösterdiğini, polisaj uygulamasının pürüzlülük değerlerini az da olsa düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda, çalışmaların aksine HZK'ların bitirme ve polisaj işleminin yüzey pürüzlülük değerlerini azalttığı ancak aradaki farkın çok düşük olduğu belirlenmiştir. Yapılan önceki çalışmalarda pürürlülük değerleri glaze işleminden hemen sonra değerlendirilmiştir. Ancak bizim çalışmamızda ise HZK'lar önceden prefabrike olarak hazırlanmış oldukları ve yüzey bitirme işlemi sonrasında belli süreçlerden (paketlenme, saklanma ortamı, taşınma vb.) geçirmesi nedeniyle az da olsa yüzeyinde değişiklikler olabileceğini düşünmekteyiz. Diğer çalışmalarla olan farkın kaynağı bu olabilir

Oral biyofilm ile ilgili yapılan çalışmalar araştırıldığında, oral biyofilmin karmaşık yapısının anlaşılması üzerine genellikle, tek veya birçok bakterinin bir arada bulunduğu in vitro koşullarda araştırmalar yapılmıştır.^(150, 209, 210) Bu çalışmalar sonucunda, in vitro koşullarda oluşturulan biyofilmin doğadaki biyofilm ile benzediği gösterilmiştir.⁽⁷⁹⁾

Biz çalışmamızda Exterkate ve ark.⁽²¹¹⁾ tarafından tarif edilen oral kavitedeki çeşitli bakterilerden oluşan polimikrobiyal biyofilm modelini seçtik. Polimikrobiyal biyofilm modeli, karmaşık biyofilmlerin diş üzerindeki etkilerini test etmek için onaylanmış bir yöntemdir.⁽²¹²⁾ Bu deneysel model, tükürük bileşenleri ve bakteri türleri arasındaki karmaşık ilişkiyi materyal yüzeyinde yeniden oluşturarak tükürük bazlı bir biyofilm oluşumunu sağlamaktadır. Biyofilme karyojenik türlerin çoğalmasını desteklemek için bir sükröz takviyesi de yapılmaktadır.^(213, 214)

Exterkate ve ark.⁽²¹¹⁾ tarafından yapılan çalışmada polimikrobiyal biyofilm modelinin sıklıkla kusurlu adezyon özellikleri sergileyen geleneksel modellerden solid fazda daha fazla aktif bakteri adezyonu sağladığı belirtilmektedir. Ayrıca üretilen biyofilmdeki bakteriyal floranın, oral kavitedekine benzediği gösterilmiştir.

Geleneksel modelde ise çeşitli bakterilerin bulunduğu biyofilmin oral kavitedekine benzer şekilde oluşturulması ve tanımlanması zor olmaktadır. Tek veya sadece birkaç suş içeren biyofilmler, bir antibakteriyel madde ile tedavi edildikten sonra çeşitli biyofilmlere göre farklı tepki vermektedir. Çeşitli bakteri suşlarının çoğaltılması solid fazda biyofilmin güçlü adezyonuna katkıda bulunmaktadır.^(76, 211)

Ağız ortamında bakteriyal adezyon, pelikül kaplı diş yüzeyi ve bakterinin adezyon molekülleriyle ilişkilidir. Tükürük yapısında bulunan bir takım mikrobiyal toplulukların etkisiyle oluşan mikrobiyal dental plak veya biyofilmler, çürük ve periodontal hastalıkların ana nedeni olarak kabul edilmektedir. Tükürük yapısındaki enzimler ve proteinler, bakteriyal adezyonda reseptör görevi görmektedir.^(210, 215) Yapılan in vitro çalışmaların bazılarında yapay tükürük⁽²¹⁶⁾, bazılarında ise insandan toplanan tükürük kullanılmıştır.^(211, 214) Çalışmamızda ağız ortamını taklit edebilmek amacıyla insan tükürüğü kullanılmıştır.

Pereira ve ark.⁽²¹⁷⁾ yaptıkları in vitro çalışmada materyalleri tükürük ile inkübe ettiklerinde bakteriyal adezyonunun, tükürük ile inkübe edilmeyen örneklerle göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Restoratif materyallere biyofilm adezyonunu inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır.^(109, 136, 217) Literatürde bakteri oluşumu için belirlenen süreler farklılık göstermektedir. Dişler sürer sürmez ya da temizlendikten hemen sonra diş yüzeyi pelikül adı verilen bir film tabakasıyla kaplanmaktadır. Mikroorganizmaların pelikül

üzerine kolonizasyonunun ilk 24 saat içerisinde olduğu bilinmektedir. Mikrobiyal birikim ve koagregasyonla farklı mikrokoloni türlerinin gelişimi ise 1-14 gün içerisinde belirgin bir şekilde gözlenmektedir.⁽²¹⁸⁾ Çalışmamızda örneklerin yüzeyinde biyofilm oluşturmak amacıyla, materyaller 5 gün boyunca 24 saatte bir %0.2'lik sükrözlü McBain tükürük çözeltisiyle değiştirilerek inkübe edilmiştir.

Biyofilmin görüntülenmesinde kullanılan pek çok sistem bulunmaktadır. Oluşan biyofilmin görüntülenmesi ışık mikroskobu, floresan mikroskobu, KLTM, SEM, AFM ve faz-kontrast mikroskobu ile mümkündür.⁽¹²²⁾ Çalışmamızda kuron materyallerine olan bakteriyel adezyonu değerlendirmek amacıyla SEM kullanılmıştır. Bakteri sayılarıyla ilgili sayısal verilerin elde edilmesinde ise genellikle dökme plak veya yüzeye yayma yöntemleri uygulanmış ve gösterilmiştir.⁽¹³⁵⁾ Çalışmamızda bu nedenle bakteri sayımında yüzeye yayma yöntemini kullanılmıştır.

İnsanda çürükle ilişkili olan başlıca mikroorganizma olarak kabul edilen *S. Mutans*, biyofilm tabakasında yer alan ve plağın oluşumunda önemli bir etken olarak görülmektedir. Başta *S. mutans* olmak üzere karyojenik bakterilerin biyofilm aracılığıyla restoratif materyallere tutunduğu gösterilmiştir. Primer kolonizasyonda ön plana çıkan *S.mitis* de hücreler arası güçlü adezyon özelliklerine sahiptir.⁽¹⁰²⁾ Bu sebeplerden dolayı çalışmamızda farklı kuron materyallerine uygulanan bitirme ve polisaj işlemlerinin materyallerin yüzeyinde görülen bakteri yoğunluğuna etkisini değerlendirmek amacı ile materyallerin yüzeyindeki tüm kolonilerin sayımıyla beraber primer kolonizasyonda etkili olduğu bilinen *S.mutans* ve *S.mitis* türlerinin de koloni sayımları gerçekleştirilmiştir.

Bakteriyel adezyon; materyalin kimyasal içeriği, yüzey pürüzlülüğü ve serbest yüzey enerjisi gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Bu faktörler arasında yüzey pürüzlülüğünün bakteri adezyonuna neden olan en önemli etkenlerden biri olduğu gösterilmiştir.^(140, 219)

Literatür çalışmaları tarandığında, yüzey pürüzlülüğünün bakteriyel adezyona etkisini araştıran pek çok çalışma olduğu görülmüştür. Bollen ve ark.⁽¹⁴⁰⁾ ve Song ve ark.⁽¹⁴¹⁾ yüzey pürüzlülüğü üstüne yaptıkları çalışmada restorasyonlar üzerinde bakteriyel adezyon için kritik yüzey pürüzlülüğü değerinin 0,2 µm olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu deęerden dūřuk olduęunda, yūzey pūrlūlūęūnūn bakteriyel adezyon ūzerinde anlamlı bir etkisi olmadıęını bildirmiřlerdir.

Bunların aksine, Meier ve ark.⁽²²⁰⁾ 0.2 μ m'den daha dūřuk olduęu durumlarda yūzey pūrlūlūęū ile bakteriyel adezyon arasında bir iliřki olmadıęını bildirmiřtir.

Bununla birlikte, Go ve ark.⁽¹⁵⁰⁾ tarafından yapılan çalıřmada zirkonyumun polisajı için net bir standart eřik Ra deęeri olmadıęı, polisaj yapılan zirkonyum ūrneęinin yūzey pūrlūlūęūnūn çoęu durumda 0,2 μ m'den daha dūřuk olduęu ve uygun polisajdan sonra bakteriyel adezyonun ūnemli ūlūde azaldıęı gŋsterilmektedir.

Mai ve Hong⁽¹⁹¹⁾ yaptıkları çalıřmada monolitik zirkonyum numunelerinin yūzey pūrlūlūęū ve biyofilm adezyonunu deęerlendirmiřlerdir. Çalıřmada pūrlūlūę deęeri fazla olan grubun bakteriyel adezyonunun da yūksek olduęunu bulmuřlardır.

Shintani ve ark.⁽²²¹⁾ çalıřmalarında 4 farklı kompozit rezinin polisaj ūncesi ve sonrası yūzey pūrlūlūęlerini ve bakteri birikimlerini karřılařtırmıřlardır. Çalıřmaya gŋre polisaj uygulanmayan pūrlū yūzeylerin polisajlı yūzeylerden daha çok bakteriyel adezyon gŋsterdięini bildirmiřlerdir.

Ionescu ve ark.⁽²⁰⁹⁾ yaptıkları çalıřmada 4 farklı kompozit rezinin yarısına polisaj uygulamıř ve dięer yarısına herhangi bir polisaj uygulaması yapmamıřtır. alıřmalarında bu grupların yūzey pūrlūlūęleri ve bakteriyel adezyonu deęerlendirmiřlerdir. Çalıřmanın sonuçlarına gŋre polisaj uygulamasının yūzey pūrlūlūęūnū ve bu nedenle de bakteriyel adezyonu dūřūrdūęūnū bildirmiřlerdir.

Bu çalıřmalara benzer řekilde bakteriyel adezyonun yūzey pūrlūlūęūnūn arttıęını gŋsteren pek çok çalıřma bulunmaktadır.^(216, 222-224)

Çalıřmamızda fiber materyalleri kendi içlerinde deęerlendirildięinde yūzey pūrlūlūę deęerlerindeki artıř ile bakteriyel adezyonun yapılan çalıřmalarla uyumlu bir řekilde orantılı olduęu gŋrūlmūřtır. Çok basamaklı Soflex polisaj sisteminin kullanıldıęı HFK-C grubunda en dūřuk yūzey pūrlūlūę deęerleri ile *S.mutans*, *S.mitis* ve genel bakteri sayıları uyumlu olarak dūřūř gŋstermiřtir. Polisaj uygulanmayan çalıřma ūrnekleri ile tek basamaklı Kerr OptiPolisher polisaj sisteminin kullandıęı HFK-B grubu kıyaslandıęında pūrlūlūę deęerlerinin birbirine yakın olduęu ve bakteri sayılarının etkilenmedięi gŋrūlmūřtır.

Zirkonyum grubunda polisaj uygulanmamış grupta en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edilirken bakteri sayıları da orantısal olarak düşüş göstermiştir.

Kuron materyallerine olan bakteriyal adezyonunu etkileyen yüzey pürüzlülüğü ile birlikte SFE, yüzey topografisi gibi pek çok etken bulunmaktadır.^(140, 191, 219) Eick ve ark.⁽²²⁵⁾ çeşitli restoratif materyallerin (amalgam, kompozit, seramik, cam iyonomer siman) yüzey pürüzlülüğü ile bakteri tutulumunu inceledikleri çalışmada yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu arasında bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir.

Bununla birlikte zirkonyumun diğer restoratif materyallerden daha düşük plak oluşumu ile ilişkili olduğu bilinmektedir.⁽¹⁵⁰⁾

Lee ve ark.⁽²²⁶⁾ yaptıkları çalışmada kompozit rezin, titanyum ve zirkonyum materyallerine olan bakteriyal adezyonu SEM ile görüntüleme yaparak karşılaştırmıştır. Çalışmaya göre adezyonun en yüksek kompozit rezin yüzeyinde olduğu görülürken, titanyum ve zirkonyum arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.

Rosentritt ve ark.⁽²²⁷⁾ kompozit rezin, metal alaşımlar ve seramiklere olan bakteriyal adezyonu karşılaştırdıkları çalışmada en yüksek adezyonun kompozit rezinlere olurken, en düşük değerlerin metal alaşımlarda olduğunu bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da fiber ve zirkonyum materyalleri arasında büyük farklılık görülmekle beraber, pürüzlülük değerleri daha yüksek olan HFK'larda bakteriyal adezyonun daha yüksek olduğu görülmektedir. Bununla birlikte diğer çalışmalarda da olduğu gibi zirkonyum materyaline bağlı olarak bakteriyal adezyonun çok düşük olmasında diğer etkenlerin de etkisinin olduğu düşünülmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

1. Pürüzlülük sonuçları değerlendirildiğinde; en yüksek değerlerin HFK grubunda polisaj uygulanmayan gruplarda görüldüğü belirlenmiştir. Hem frez ile pürüzlendirme sonrası Opti1Polisher polisaj sisteminin hem de 2 aşamalı SofLex polisaj disklerinin kullanıldığı gruplarda pürüzlülük değerlerinin azaldığı görülmüştür. Her iki polisaj sisteminin başarı oranları değerlendirildiğinde de benzer oranda yüzey pürüzlülüğünde değişime neden olduğu belirlenmiştir.
2. HZK gruplarında ise polisaj işlemi uygulanmayan ve Diacera polisaj sisteminin kullanıldığı gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur.
3. HFK ve HZK grupları birbirleriyle karşılaştırıldığında ise en düşük yüzey pürüzlülük değerleri HZK gruplarından elde edilmiştir.
4. Biyofilm oluşumları değerlendirildiğinde yüzey pürüzlülük değerleriyle toplam bakteri koloni sayısı, *S.mitis* ve *S.mutans* bakteri koloni sayılarının uyumlu olduğu görülmektedir. En düşük bakteri koloni sayıları pürüzlülüğün çok daha düşük olduğu HZK gruplarından elde edilmiştir.
5. SEM görüntüleri incelendiğinde de bakteri koloni sayılarının yüzey pürüzlülüğüyle uyumlu olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, HZK'ların yüzey pürüzlülük değerlerinin çok daha düşük olmasıyla uyumlu olarak bakteriyel adezyonun da düşük olduğu görülmüştür. HFK'larda ise bu oran çok daha yüksek bulunmuştur. Bu da klinik şartlar altında uygulanan kuronlardaki plak birikiminin çok daha yüksek olabileceği anlamına gelmektedir. Kuronlara uygulanan bitirme ve polisaj sistemlerini karşılaştırdığımızda polisaj sisteminden büyük oranda bağımsız olarak HFK'larda yüzey pürüzlülüğünü azaltmıştır. Bu nedenle HFK'ların kullanımında herhangi bir düzeltme işlemi yapılmasa da simantasyon öncesinde yüzeye polisaj uygulamaları yapılmasının plak birikimi ihtimalini azaltabileceği düşünülebilir. Ancak bunun kuronun mekanik özelliklerinde meydana getirebileceği değişiklikler konusunda farklı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. HZK'larda ise polisaj işleminin önemli bir değişime neden olmadığı ve gerekli görüldüğü durumlarda, değerlendirmiş olduğumuz polisaj sisteminin kullanılabileceği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet* (London, England). 2007;369(9555):51-9.
2. Usha M, Deepak V, Venkat S, Gargi M. Treatment of severely mutilated incisors: a challenge to the pedodontist. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2007;25 Suppl:S34-6.
3. Mortada A, King NM. A simplified technique for the restoration of severely mutilated primary anterior teeth. *J Clin Pediatr Dent*. 2004;28(3):187-92.
4. Gaintantzopoulou MD, Gopinath VK, Zinelis S. Evaluation of cavity wall adaptation of bulk esthetic materials to restore class II cavities in primary molars. *Clin Oral Investig*. 2017;21(4):1063-70.
5. Humphrey W. Use of chrome steel in children's dentistry. *Dental Survey*. 1950;26:945-9.
6. Einwag J, Dünninger P. Stainless steel crown versus multisurface amalgam restorations: an 8-year longitudinal clinical study. *Quintessence Int*. 1996;27(5):321-3.
7. Ram D, Peretz B. Composite crown-form crowns for severely decayed primary molars: a technique for restoring function and esthetics. *J Clin Pediatr Dent*. 2000;24(4):257-60.
8. Veerakumar R, Pavithra J, Sekar GK. Esthetic crown in paediatric dentistry: a review. *Rev Int J Innov Dent Sci* 2017;2(2):45.
9. Taran PK, Kaya MS. A Comparison of Periodontal Health in Primary Molars Restored with Prefabricated Stainless Steel and Zirconia Crowns. *Pediatr Dent*. 2018;40(5):334-9.
10. Innes NP, Ricketts DN, Evans DJ. Preformed metal crowns for decayed primary molar teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007(1):Cd005512.
11. Karaca B OG, Kargul B. Primary zirconia crown restorations for children with early childhood caries. *Acta Stomatol Croat*. 2013;47(1):64-71.
12. Tote JV, Godhane A, Das G, Soni S, Jaiswall K, Vidhale G. Posterior esthetic crowns in pediatric dentistry. *Int J Dent Med Res*. 2015;1(6):197-201.
13. Freilich MA, Karmaker AC, Burstone CJ, Goldberg AJ. Development and clinical applications of a light-polymerized fiber-reinforced composite. *J Prosthet Dent*. 1998;80(3):311-8.
14. García-Godoy F, Hicks MJ. Maintaining the integrity of the enamel surface: the role of dental biofilm, saliva and preventive agents in enamel demineralization and remineralization. *J Am Dent Assoc*. 2008;139 Suppl:25s-34s.
15. Siqueira WL, Custodio W, McDonald EE. New insights into the composition and functions of the acquired enamel pellicle. *J Dent Res*. 2012;91(12):1110-8.
16. Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Arends J, Darius PL, et al. The influence of surface free-energy on planimetric plaque growth in man. *J Dent Res*. 1989;68(5):796-9.
17. Teughels W, Van Assche N, Sliepen I, Quirynen M. Effect of material characteristics and/or surface topography on biofilm development. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17 Suppl 2:68-81.
18. Dhar V, Hsu KL, Coll JA, Ginsberg E, Ball BM, Chhibber S, et al. Evidence-based Update of Pediatric Dental Restorative Procedures: Dental Materials. *J Clin Pediatr Dent*. 2015;39(4):303-10.

19. Berg JH. The continuum of restorative materials in pediatric dentistry--a review for the clinician. *Pediatr Dent*. 1998;20(2):93-100.
20. Zimmerman JA, Feigal RJ, Till MJ, Hodges JS. Parental attitudes on restorative materials as factors influencing current use in pediatric dentistry. *Pediatr Dent*. 2009;31(1):63-70.
21. Seale NS, Randall R. The use of stainless steel crowns: a systematic literature review. *Pediatr Dent*. 2015;37(2):145-60.
22. Srinath S, Kanthaswamy, A. Different crown used for restoring anterior primary teeth: A review. *J Pharm Sci & Res* 2017;9(2):190-3.
23. Tote JV GA, Das G, Soni S, Jaiswal K, Vidhale G. Posterior Esthetic Crowns in Pediatric Dentistry. *Int J Dent Med Res*. 2015;1(6):197-201.
24. Subramaniam P, Kondae S, Gupta KK. Retentive strength of luting cements for stainless steel crowns: an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent*. 2010;34(4):309-12.
25. Affairs. AAOPDCAC-RDSAAOPDCoC. Guideline on pediatric restorative dentistry. *Pediatr Dent*. 2008;30(7 Suppl):163-9.
26. Sigal AV, Sigal MJ, Titley KC, Andrews PB. Stainless steel crowns as a restoration for permanent posterior teeth in people with special needs: A retrospective study. *J Am Dent Assoc*. 2020;151(2):136-44.
27. Sharaf AA, Farsi NM. A clinical and radiographic evaluation of stainless steel crowns for primary molars. *J Dent*. 2004;32(1):27-33.
28. Champagne C, Waggoner W, Ditmyer M, Casamassimo PS, MacLean J. Parental satisfaction with preveneered stainless steel crowns for primary anterior teeth. *Pediatr Dent*. 2007;29(6):465-9.
29. Nagarathna C. TU, Chikkappa R. The Utility Of Open-Faced Anterior Stainless Steel Crown Restoration Among Pediatric Dentists As A Lucrative Esthetic Option In Primary Incisors. *World J Pharm Pharm Sci*. 2016;5(12):1568-77.
30. Gilchrist F, Morgan AG, Farman M, Rodd HD. Impact of the Hall technique for preformed metal crown placement on undergraduate paediatric dentistry experience. *Eur J Dent Educ*. 2013;17(1):e10-5.
31. Amrutha B. Tooth coloured crowns in pediatric dentistry. *Int J Curr Res*. 2019;11:4098-104.
32. Waggoner WF, Cohen H. Failure strength of four veneered primary stainless steel crowns. *Pediatr Dent*. 1995;17(1):36-40.
33. Randall RC. Preformed metal crowns for primary and permanent molar teeth: review of the literature. *Pediatr Dent*. 2002;24(5):489-500.
34. Oueis H, Atwan S, Pajtas B, Casamassimo PS. Use of anterior veneered stainless steel crowns by pediatric dentists. *Pediatr Dent*. 2010;32(5):413-6.
35. Garg V PA, Shah J, Panchal P. . Crowns in pediatric dentistry: A review. *J Adv Med Dent Scie Res*. 2016;4(2):41-6.
36. Yilmaz Y, Koçoğullari ME. Clinical evaluation of two different methods of stainless steel esthetic crowns. *J Dent Child (Chic)*. 2004;71(3):212-4.
37. Stewart RE, Luke LS, Pike AR. Preformed polycarbonate crowns for the restoration of anterior teeth. *J Am Dent Assoc*. 1974;88(1):103-7.
38. Myers DR. The restoration of primary molars with stainless steel crowns. *ASDC J Dent Child*. 1976;43(6):406-9.
39. Venkataraghavan K, Chan J, Karthik S. Polycarbonate crowns for primary teeth revisited: restorative options, technique and case reports. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2014;32(2):156-9.
40. Burgess JO, Walker R, Davidson JM. Posterior resin-based composite: review of the literature. *Pediatr Dent*. 2002;24(5):465-79.

41. Dawson LR, Simon JF, Jr., Taylor PP. Use of amalgam and stainless steel restorations for primary molars. *ASDC J Dent Child*. 1981;48(6):420-2.
42. Nuvvula S, Kamatham R. Treatment of anterior crossbite in the primary dentition with esthetic crowns: report of 3 cases. *Pediatr Dent*. 2012;34(1):17-8; author reply 8-9.
43. Murthy P. S. D, S. Indirect Composite Shell Crown: An Esthetic Restorative Option for Mutilated Primary Anterior Teeth. *J Adv Oral Res*. 2013;4(1):29-32.
44. Veerakumar R, Pavithra, J. , Sekar, G. K. Esthetic crown in paediatric dentistry: A review. *Int. J. Innov. Dent. Sci*. 2017;2(2):44-62.
45. Chen XX, Zhong J, Yan WJ, Zhang HM, Jiang X, Huang Q, et al. Clinical performance of resin-bonded composite strip crowns in primary incisors. *Beijing da xue xue bao Yi xue ban= Journal of Peking University Health Sciences*. 2020;52(5):907-12.
46. Lee JH. Guided tooth preparation for a pediatric zirconia crown. *J Am Dent Assoc*. 2018;149(3):202-8.e2.
47. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*. 1999;20(1):1-25.
48. Pilathadka S, Vahalová D, Vosáhlo T. The Zirconia: a new dental ceramic material. An overview. *Prague Med Rep*. 2007;108(1):5-12.
49. Piconi C, Burger W, Richter HG, Cittadini A, Maccauro G, Covacci V, et al. Y-TZP ceramics for artificial joint replacements. *Biomaterials*. 1998;19(16):1489-94.
50. Platt P FP, Gass M, Howells R, Preuss M. . Finite element analysis of the tetragonal to monoclinic phase transformation during oxidation of zirconium alloys. *J Nucl Mater*. 2014:290-7.
51. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater*. 2008;24(3):299-307.
52. Christel P, Meunier A, Dorlot JM, Crolet JM, Witvoet J, Sedel L, et al. Biomechanical compatibility and design of ceramic implants for orthopedic surgery. *Ann N Y Acad Sci*. 1988;523:234-56.
53. Karakoca S. YH. Zirkonyum ve Sabit Protezlerde Kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2006:36-44.
54. Clarke IC, Manaka M, Green DD, Williams P, Pezzotti G, Kim YH, et al. Current status of zirconia used in total hip implants. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A Suppl 4:73-84.
55. Ashima G, Sarabjot KB, Gauba K, Mittal HC. Zirconia crowns for rehabilitation of decayed primary incisors: an esthetic alternative. *J Clin Pediatr Dent*. 2014;39(1):18-22.
56. Planells del Pozo P, Fuks AB. Zirconia crowns--an esthetic and resistant restorative alternative for ECC affected primary teeth. *J Clin Pediatr Dent*. 2014;38(3):193-5.
57. Lopez Cazaux S, Hyon I, Prud'homme T, Dajean Trutaud S. Twenty-nine-month follow-up of a paediatric zirconia dental crown. *BMJ Case Rep*. 2017;2017.
58. Mundhe K, Jain V, Pruthi G, Shah N. Clinical study to evaluate the wear of natural enamel antagonist to zirconia and metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 2015;114(3):358-63.
59. Tote JV, Godhane A, Das G, Soni S, Jaiswal K, Vidhale G. Posterior Esthetic Crowns in Pediatric Dentistry. *Int J Dent Med Res*. 2015;1(6):197-201.
60. Alrashdi M, Ardoin J, Liu JA. Zirconia crowns for children: A systematic review. *Int J Paediatr Dent*. 2022;32(1):66-81.

61. Mathew MG, Samuel SR, Soni AJ, Roopa KB. Evaluation of adhesion of *Streptococcus mutans*, plaque accumulation on zirconia and stainless steel crowns, and surrounding gingival inflammation in primary molars: randomized controlled trial. *Clin Oral Investig*. 2020;24(9):3275-80.
62. Walia T, Salami AA, Bashiri R, Hamoodi OM, Rashid F. A randomised controlled trial of three aesthetic full-coronal restorations in primary maxillary teeth. *Eur J Paediatr Dent*. 2014;15(2):113-8.
63. Brown D. Fibre-reinforced materials. *Dent Update*. 2000;27(9):442-8.
64. DeBoer J, Vermilyea SG, Brady RE. The effect of carbon fiber orientation on the fatigue resistance and bending properties of two denture resins. *J Prosthet Dent*. 1984;51(1):119-21.
65. Mueller BH, Whitsett BD. Management of an avulsed deciduous incisor. Report of a case. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1978;46(3):442-6.
66. Butterworth C, Ellakwa AE, Shortall A. Fibre-reinforced composites in restorative dentistry. *Dent Update*. 2003;30(6):300-6.
67. Jagger DC, Harrison A, Jandt KD. The reinforcement of dentures. *J Oral Rehabil*. 1999;26(3):185-94.
68. Khan AS, Azam MT, Khan M, Mian SA, Ur Rehman I. An update on glass fiber dental restorative composites: a systematic review. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2015;47:26-39.
69. Vallittu PK. High-aspect ratio fillers: fiber-reinforced composites and their anisotropic properties. *Dent Mater*. 2015;31(1):1-7.
70. Strassler HE, Serio CL. Esthetic considerations when splinting with fiber-reinforced composites. *Dent Clin North Am*. 2007;51(2):507-24; xi.
71. Alavi S, Mamavi T. Evaluation of load-deflection properties of fiber-reinforced composites and its comparison with stainless steel wires. *Dent Res J (Isfahan)*. 2014;11(2):234-9.
72. https://nusmile.com/ZR_Zirconia (erişim tarihi:26.04.2020).
73. Çiftçi ZZ, Şahin İ, Karayılmaz H. Comparative Evaluation of the Fracture Resistance of Newly Developed Prefabricated Fiberglass Crowns and Zirconium Crowns. *Int J Paediatr Dent*. 2022;32(5):756-763.
74. Corona ML, Peters SG, Narr BJ, Thompson RL. Infections related to central venous catheters. *Mayo Clin Proc*. 1990;65(7):979-86.
75. Donlan RM, Costerton JW. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev*. 2002;15(2):167-93.
76. Brown JL, Johnston W, Delaney C, Short B, Butcher MC, Young T, et al. Polymicrobial oral biofilm models: simplifying the complex. *J Med Microbiol*. 2019;68(11):1573-84.
77. Costerton JW. Introduction to biofilm. *Int J Antimicrob Agents*. 1999;11(3-4):217-21; discussion 37-9.
78. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science (New York, NY)*. 1999;284(5418):1318-22.
79. Davey ME, O'Toole G A. Microbial biofilms: from ecology to molecular genetics. *Microbiol Mol Biol Rev*. 2000;64(4):847-67.
80. Siqueira JF, Jr., Lopes HP. Bacteria on the apical root surfaces of untreated teeth with periradicular lesions: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J*. 2001;34(3):216-20.
81. Post JC, Stoodley P, Hall-Stoodley L, Ehrlich GD. The role of biofilms in otolaryngologic infections. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004;12(3):185-90.

82. Allison DG. The biofilm matrix. *Biofouling*. 2003;19(2):139-50.
83. Flemming H-C WJ, Griegbe T, Mayer C. Physico-chemical properties of biofilms. *Biofilms: recent advances in their study and control*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam. 2000:19-34.
84. Padera RF. Infection in ventricular assist devices: the role of biofilm. *Cardiovasc Pathol*. 2006;15(5):264-70.
85. Antunes LCM, Ferreira RBR, Buckner MMC, Finlay BB. Quorum sensing in bacterial virulence. *Microbiology (Reading, England)*. 2010;156(Pt 8):2271-82.
86. Tolker-Nielsen T. Biofilm Development. *Microbiol Spectr*. 2015;3(2):Mb-0001-2014.
87. Solano C, Echeverz M, Lasa I. Biofilm dispersion and quorum sensing. *Current opinion in microbiology*. 2014;18:96-104.
88. Costerton JW, Lewandowski Z, Caldwell DE, Korber DR, Lappin-Scott HM. Microbial biofilms. *Annu Rev Microbiol*. 1995;49:711-45.
89. Lindsay D, von Holy A. Bacterial biofilms within the clinical setting: what healthcare professionals should know. *J Hosp Infect*. 2006;64(4):313-25.
90. LV P. Microbial biofilm in food processing. *Lebensm Wiss u Techn*. 1999;32(6):321-6.
91. March JC, Bentley WE. Quorum sensing and bacterial cross-talk in biotechnology. *Curr Opin Biotechnol*. 2004;15(5):495-502.
92. Marsh PD. The role of microbiology in models of dental caries. *Adv Dent Res*. 1995;9(3):244-54; discussion 55-69.
93. Davis CA, Pyrak-Nolte LJ, Atekwana EA, Werkema Jr DD, Haugen ME. Acoustic and electrical property changes due to microbial growth and biofilm formation in porous media. *J Geophys Res Biogeosci*. 2010;115(G3).
94. Usta T. Feldspatik porselenlerde uygulanan bitirme işlemlerinin yüzey enerjisi ve bakteriyel tutunuma olan etkisi. *Doktora Tezi, Gülhane Askeri Tıp Akademisi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara*, 78s. 2006.
95. Twetman S, García-Godoy F, Goepferd SJ. Infant oral health. *Dent. Clin. N. Am*. 2000;44(3):487-505.
96. Caufield PW, Cutter GR, Dasanayake AP. Initial acquisition of mutans streptococci by infants: evidence for a discrete window of infectivity. *J Dent Res*. 1993;72(1):37-45.
97. Rotimi VO, Duerden BI. The development of the bacterial flora in normal neonates. *J Med Microbiol*. 1981;14(1):51-62.
98. Belibasakis GN, Charalampakis G, Bostanci N, Stadlinger B. Peri-implant infections of oral biofilm etiology. *Adv Exp Med Biol*. 2015;830:69-84.
99. Larsen T, Fiehn NE. Dental biofilm infections - an update. *APMIS*. 2017;125(4):376-84.
100. Kidd EA, Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J Dent Res*. 2004;83 Spec No C:C35-8.
101. Kolenbrander PE, Andersen RN, Blehert DS, Eglund PG, Foster JS, Palmer RJ, Jr. Communication among oral bacteria. *Microbiol Mol Biol Rev*. 2002;66(3):486-505, table of contents.
102. Donlan RM. Biofilms: microbial life on surfaces. *Emerg Infect Dis*. 2002;8(9):881-90.
103. Struzycka I. The oral microbiome in dental caries. *Pol J Microbiol*. 2014;63(2):127-35.

104. Wade WG. The oral microbiome in health and disease. *Pharmacol Res.* 2013;69(1):137-43.
105. Hamada S, Slade HD. Biology, immunology, and cariogenicity of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Rev.* 1980;44(2):331-84.
106. Whitley RA, Beighton D. Current classification of the oral streptococci. *Oral Microbiol Immunol.* 1998;13(4):195-216.
107. Richards VP, Palmer SR, Pavinski Bitar PD, Qin X, Weinstock GM, Highlander SK, et al. Phylogenomics and the dynamic genome evolution of the genus *Streptococcus*. *Genome Biol Evol.* 2014;6(4):741-53.
108. Loesche WJ. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev.* 1986;50(4):353-80.
109. Ahn SJ, Kho HS, Lee SW, Nahm DS. Roles of salivary proteins in the adherence of oral streptococci to various orthodontic brackets. *J Dent Res.* 2002;81(6):411-5.
110. Marsh PD. Microbiology of dental plaque biofilms and their role in oral health and caries. *Dental Clinics.* 2010;54(3):441-54.
111. Kuramitsu HK, Wang BY. The whole is greater than the sum of its parts: dental plaque bacterial interactions can affect the virulence properties of cariogenic *Streptococcus mutans*. *Am J Dent.* 2011;24(3):153-4.
112. Matsui R, Cvitkovitch D. Acid tolerance mechanisms utilized by *Streptococcus mutans*. *Future Microbiol.* 2010;5(3):403-17.
113. Zeng L, Ai C, Zhang J, Zheng J. Essential element Cu and non-essential element Hg exposures have different toxicological effects in the liver of large yellow croaker. *Mar Pollut Bull.* 2019;139:6-13.
114. Aas JA, Paster BJ, Stokes LN, Olsen I, Dewhirst FE. Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. *J Clin Microbiol.* 2005;43(11):5721-32.
115. Abranches J, Zeng L, Kajfasz JK, Palmer SR, Chakraborty B, Wen ZT, et al. Biology of Oral Streptococci. *Microbiol Spectr.* 2018;6(5).
116. Li J, Helmerhorst EJ, Leone CW, Troxler RF, Yaskell T, Haffajee AD, et al. Identification of early microbial colonizers in human dental biofilm. *J Appl Microbiol.* 2004;97(6):1311-8.
117. Lendenmann U, Grogan J, Oppenheim FG. Saliva and dental pellicle--a review. *Adv Dent Res.* 2000;14:22-8.
118. Bowen WH, Koo H. Biology of *Streptococcus mutans*-derived glucosyltransferases: role in extracellular matrix formation of cariogenic biofilms. *Caries Res.* 2011;45(1):69-86.
119. Rose RK, Dibdin GH, Shellis RP. A quantitative study of calcium binding and aggregation in selected oral bacteria. *J Dent Res.* 1993;72(1):78-84.
120. Scharnow AM, Solinski AE, Wuest WM. Targeting *S. mutans* biofilms: a perspective on preventing dental caries. 2019;10(7):1057-67.
121. Kishen A, Haapasalo M. Biofilm models and methods of biofilm assessment. *Endodontic Topics.* 2010;22(1):58-78.
122. Ionescu AC, Cazzaniga G, Ottobelli M, Ferracane JL, Paolone G, Brambilla E. In vitro biofilm formation on resin-based composites cured under different surface conditions. *J Dent.* 2018;77:78-86.
123. Ricucci D, Siqueira JF, Jr. Apical actinomycosis as a continuum of intraradicular and extraradicular infection: case report and critical review on its involvement with treatment failure. *J Endod.* 2008;34(9):1124-9.

124. Deupree SM. Bioanalytical methods for investigating bacterial adhesion and the antibacterial action of nitric oxide: The University of North Carolina, Chapel Hill, North Carolina, USA; 2009.
125. Hannig M, Kriener L, Hoth-Hannig W, Becker-Willinger C, Schmidt H. Influence of nanocomposite surface coating on biofilm formation in situ. *J Nanosci Nanotechnol.* 2007;7(12):4642-8.
126. Sanderson MJ, Smith I, Parker I, Bootman MD. Fluorescence microscopy. *Cold Spring Harb Protoc.* 2014;2014(10):pdb.top071795.
127. Pawley J. Handbook of biological confocal microscopy: Springer Science & Business Media; 2006.
128. Kreplak L, Richter K, Aebi U, Herrmann H. Electron microscopy of intermediate filaments: teaming up with atomic force and confocal laser scanning microscopy. *Methods Cell Biol.* 2008;88:273-97.
129. Bridier A, Meylheuc T, Briandet R. Realistic representation of *Bacillus subtilis* biofilms architecture using combined microscopy (CLSM, ESEM and FESEM). *Micron.* 2013;48:65-9.
130. Hannig C, Follo M, Hellwig E, Al-Ahmad A. Visualization of adherent micro-organisms using different techniques. *J Med Microbiol.* 2010;59(Pt 1):1-7.
131. Bergmans L, Moisiadis P, Van Meerbeek B, Quirynen M, Lambrechts P. Microscopic observation of bacteria: review highlighting the use of environmental SEM. *Int Endod J.* 2005;38(11):775-88.
132. Verran J, Rowe DL, Cole D, Boyd RD. The use of the atomic force microscope to visualise and measure wear of food contact surfaces. *Int. Biodeterior. Biodegradation.* 2000;46(2):99-105.
133. Güleş Ö, Ülker E. Apoptozun belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.* 2008;19(2):73-8.
134. Szermer-Olearnik B, Sochocka M, Zwolińska K, Ciekot J, Czarny A, Szydzik J, et al. Comparison of microbiological and physicochemical methods for enumeration of microorganisms. *Postepy Hig Med Dosw (Online).* 2014;68:1392-6.
135. Karahanlı A.I. Farklı yüzey işlemleri uygulanmış alaşım gruplarına bakteri tutunmasının in vitro olarak değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 2002.
136. Dutra D, Pereira G, Kantorski KZ, Valandro LF, Zanatta FB. Does Finishing and Polishing of Restorative Materials Affect Bacterial Adhesion and Biofilm Formation? A Systematic Review. *Oper Dent.* 2018;43(1):E37-e52.
137. Wang L, D'Alpino PH, Lopes LG, Pereira JC. Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *J Appl Oral Sci.* 2003;11(3):162-7.
138. Cerci BB, Roman LS, Guariza-Filho O, Camargo ES, Tanaka OM. Dental enamel roughness with different acid etching times: Atomic force microscopy study. *European J Gen Dent.* 2012;1(03):187-91.
139. Correr AB, Sinhoreti MA, Sobrinho LC, Tango RN, Schneider LF, Consani S. Effect of the increase of energy density on Knoop hardness of dental composites light-cured by conventional QTH, LED and xenon plasma arc. *Braz Dent J.* 2005;16(3):218-24.
140. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 1997;13(4):258-69.
141. Song F, Koo H, Ren D. Effects of Material Properties on Bacterial Adhesion and Biofilm Formation. *J Dent Res.* 2015;94(8):1027-34.

142. Zinelis S, Eliades T, Eliades G, Makou M, Silikas N. Comparative assessment of the roughness, hardness, and wear resistance of aesthetic bracket materials. *Dent Mater.* 2005;21(9):890-4.
143. Field J, Waterhouse P, German M. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. *J Dent.* 2010;38(3):182-90.
144. Bagheri R, Burrow MF, Tyas MJ. Surface characteristics of aesthetic restorative materials - an SEM study. *J Oral Rehabil.* 2007;34(1):68-76.
145. İlday N, Bayındır, Y. Z., Erdem, V. Effect of Three Different Acidic Beverages on Surface Characteristics of Composite Resin Restorative Materials. *Mater Res Innov.* 2010;14:385-91.
146. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med.* 2007;18(1):155-63.
147. Joniot S, Salomon JP, Dejou J, Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Oper Dent.* 2006;31(1):39-46.
148. Duschner H, Götz H, White DJ, Kozak KM, Zoladz JR. Effects of hydrogen peroxide bleaching strip gels on dental restorative materials in vitro: surface microhardness and surface morphology. *J Clin Dent.* 2004;15(4):105-11.
149. Bozzola JJ, Russell LD. Electron microscopy: principles and techniques for biologists: Jones & Bartlett Learning; 1999.
150. Go H, Park H, Lee J, Seo H, Lee S. Effect of various polishing burs on surface roughness and bacterial adhesion in pediatric zirconia crowns. *Dent Mater J.* 2019;38(2):311-6.
151. Yaman SD, Er O, Yetmez M, Karabay GA. In vitro inhibition of caries-like lesions with fluoride-releasing materials. *J Oral Sci.* 2004;46(1):45-50.
152. Seppä L, Korhonen A, Nuutinen A. Inhibitory effect on *S. mutans* by fluoride-treated conventional and resin-reinforced glass ionomer cements. *Eur J Oral Sci.* 1995;103(3):182-5.
153. Ergücü Z, Türkün L. Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Oper Dent.* 2007;32(2):185-92.
154. Özcan S, Şahin FÜ, Özgür U, Topuz Ö. Bitirme ve parlatma işlemlerinin farklı kompozit rezinlerin yüzey özellikleri üzerine etkileri. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2012;29(3):173-7.
155. Roberson T, Heymann H, Swift E. Sturdevant's art & science of operative dentistry 4th ed. Copenhagen: Mosby Company. 2002;65.
156. Dayangaç B. Kompozit rezin restorasyonlar: Güneş Kitabevi; 2000.
157. Jung M, Hornung K, Klimek J. Polishing occlusal surfaces of direct Class II composite restorations in vivo. *Oper Dent.* 2005;30(2):139-46.
158. O'brien WJ. Dental materials and their selection, 2002. Quintessence. 2002.
159. Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dent Clin North Am.* 2007;51(2):379-97, ix.
160. Ölmez A, Kisbet S. Kompozit rezin restorasyonlarda bitirme ve polisaj işlemlerindeki yeni gelişmeler. *Acta Odontologica Turcica.* 2012;30(2):115-22.
161. Alaçam T, Uzel İ AA. Fazla madde kayıplı süt dişlerinde tedavi seçenekleri. *Endodonti Barış Yayınları Ankara.* 2000:571-609.
162. Sonmez D, Duruturk L. Success rate of calcium hydroxide pulpotomy in primary molars restored with amalgam and stainless steel crowns. *Br. Dent. J.* 2010;208(9):E18-E.

163. Holan G, Fuks AB, Ketzl N. Success rate of formocresol pulpotomy in primary molars restored with stainless steel crown vs amalgam. *Pediatr Dent.* 2002;24(3):212-6.
164. Chisini LA, Collares K, Cademartori MG, de Oliveira LJC, Conde MCM, Demarco FF. Restorations in primary teeth: a systematic review on survival and reasons for failures. *Int J Paediatr Dent.* 2018;28(2):123-39.
165. Woo D, Sheller B, Williams B, Mancl L, Grembowski D. Dentists' and parents' perceptions of health, esthetics, and treatment of maxillary primary incisors. *Pediatr Dent.* 2005;27(1):19-23.
166. MacLean JK, Champagne CE, Waggoner WF, Ditmyer MM, Casamassimo P. Clinical outcomes for primary anterior teeth treated with preveneered stainless steel crowns. *Pediatr Dent.* 2007;29(5):377-81.
167. Shah PV, Lee JY, Wright JT. Clinical success and parental satisfaction with anterior preveneered primary stainless steel crowns. *Pediatr Dent.* 2004;26(5):391-5.
168. Nagarathna C, Thimmegowda U, Chikkappa R. The Utility Of Open-Faced Anterior Stainless Steel Crown Restoration Among Pediatric Dentists As A Lucrative Esthetic Option In Primary Incisors. *J Pharma Sci.* 2016;5(12):156-7.
169. Kupietzky A, Waggoner WF, Galea J. The clinical and radiographic success of bonded resin composite strip crowns for primary incisors. *Pediatr Dent.* 2003;25(6):577-81.
170. Ram D, Fuks A. Clinical performance of resin-bonded composite strip crowns in primary incisors: a retrospective study. *Int J Paediatr Dent.* 2006;16(1):49-54.
171. Kupietzky A, Waggoner WF, Galea J. Long-term photographic and radiographic assessment of bonded resin composite strip crowns for primary incisors: results after 3 years. *Pediatr Dent.* 2005;27(3):221-5.
172. Rimondini L, Cerroni L, Carrassi A, Torricelli P. Bacterial colonization of zirconia ceramic surfaces: an in vitro and in vivo study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002;17(6):793-8.
173. Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J Dent.* 2007;35(11):819-26.
174. Seminario AL, Garcia M, Spiekerman C, Rajanbabu P, Donly KJ, Harbert P. Survival of zirconia crowns in primary maxillary incisors at 12-, 24-and 36-month follow-up. *Pediatr Dent.* 2019;41(5):385-90.
175. El Shahawy OI, O'Connell AC. Successful restoration of severely mutilated primary incisors using a novel method to retain zirconia crowns—two year results. *J Clin Pediatr Dent.* 2016;40(6):425-30.
176. Abdulhadi B, Abdullah M, Alaki S, Alamoudi N, Attar M. Clinical evaluation between zirconia crowns and stainless steel crowns in primary molars teeth. *J Pediatr Dent.* 2017;5(1):21-.
177. Alamoudi RA, Walia T. Evaluation of the Clinical Performance of NuSmile Pedodontics Zirconia Crowns in Pulp-Treated Primary Teeth-2 Years Follow-Up Study. *Eur J Dent.* 2022.
178. Alhissan AS, Pani SC. Factors Influencing the Survival of Preformed Zirconia Crowns in Children Treated under General Anesthesia. *Int J Dent.* 2021;2021:5515383.
179. Mathew MG, Roopa KB, Soni AJ, Khan MM, Kauser A. Evaluation of Clinical Success, Parental and Child Satisfaction of Stainless Steel Crowns and Zirconia Crowns in Primary Molars. *J Family Med Prim Care.* 2020;9(3):1418-23.

180. Kher MS, Rao A. Contemporary Treatment Techniques in Pediatric Dentistry: Springer; 2019.
181. Clark L, Wells MH, Harris EF, Lou J. Comparison of Amount of Primary Tooth Reduction Required for Anterior and Posterior Zirconia and Stainless Steel Crowns. *Pediatr Dent*. 2016;38(1):42-6.
182. Talekar AL, Chaudhari GS, Waggoner WF, Chunawalla YK. An 18-Month Prospective Randomized Clinical Trial Comparing Zirconia Crowns with Glass-reinforced Fiber Composite Crowns in Primary Molar Teeth. *Pediatr Dent*. 2021;43(5):355-62.
183. Subramanian E, Kumar A, Lavanya G. Comparative Evaluation Of Retention Of Stainless Steel Crowns And Figaro crowns in Primary Teeth-A Randomised Control Trial. *Natural Volatiles & Essential Oils Journal| NVEO*. 2021;7123-30.
184. Patel B, Chhabra N, Jain D. Effect of different polishing systems on the surface roughness of nano-hybrid composites. *J Conserv Dent*. 2016;19(1):37-40.
185. Madhyastha PS, Hegde S, Srikant N, Kotian R, Iyer SS. Effect of finishing/polishing techniques and time on surface roughness of esthetic restorative materials. *Dent Res J (Isfahan)*. 2017;14(5):326-30.
186. Mallya PL, Acharya S, Ballal V, Ginjupalli K, Kundabala M, Thomas M. Profilometric study to compare the effectiveness of various finishing and polishing techniques on different restorative glass ionomer cements. *J Interdiscip Dent*. 2013;3(2):86.
187. Biçer C, Attar N, Korkmaz Y. Farklı polisaj tekniklerinin estetik kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri. *European J Gen Dent*. 2011;38:71-6.
188. Gedik R, Hürmüzlü F, Coşkun A, Bektaş OO, Ozdemir AK. Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. *J Am Dent Assoc*. 2005;136(8):1106-12.
189. Uçtaşı MB, Arisu HD, Omürlü H, Eligüzeloğlu E, Özcan S, Ergun G. The effect of different finishing and polishing systems on the surface roughness of different composite restorative materials. *J Contemp Dent Pract*. 2007;8(2):89-96.
190. Başeren M. Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures. *J Biomater Appl*. 2004;19(2):121-34.
191. Mai HN, Hong SH. Effects of different finishing/polishing protocols and systems for monolithic zirconia on surface topography, phase transformation, and biofilm formation. *J Adv Prosthodont*. 2019;11(2):81-7.
192. Park C, Vang MS, Park SW, Lim HP. Effect of various polishing systems on the surface roughness and phase transformation of zirconia and the durability of the polishing systems. *J Prosthet Dent*. 2017;117(3):430-7.
193. Caglar I, Ates SM, Duymus ZY. The effect of various polishing systems on surface roughness and phase transformation of monolithic zirconia. *J Adv Prosthodont*. 2018;10(2):132-7.
194. Bandeira MB, Queiroz IMS, Fernandes SKSC, Freitas Jr A, Özcan M, Martinelli AE, et al. Evaluation of surface roughness of monolithic zirconia after using different polishing kits. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr*. 2017;17(1):1-7.
195. Cazzaniga G, Ottobelli M, Ionescu A, Garcia-Godoy F, Brambilla E. Surface properties of resin-based composite materials and biofilm formation: A review of the current literature. *Am J Dent*. 2015;28(6):311-20.

196. St-Pierre L, Martel C, Crépeau H, Vargas MA. Influence of Polishing Systems on Surface Roughness of Composite Resins: Polishability of Composite Resins. *Oper Dent*. 2019;44(3):E122-e32.
197. Türkün LS, Türkün M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent*. 2004;29(2):203-11.
198. Miličević A, Goršeta K, van Duinen RN, Glavina D. Surface Roughness of Glass Ionomer Cements after Application of Different Polishing Techniques. *Acta Stomatol Croat*. 2018;52(4):314-21.
199. da Silva RC, Zuanon AC. Surface roughness of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment (ART). *Braz Dent J*. 2006;17(2):106-9.
200. Bashetty K, Joshi S. The effect of one-step and multi-step polishing systems on surface texture of two different resin composites. *J Conserv Dent*. 2010;13(1):34-8.
201. Yap AU, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *Oper Dent*. 2004;29(3):275-9.
202. Antonson SA, Yazici AR, Kilinc E, Antonson DE, Hardigan PC. Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent*. 2011;39 Suppl 1:e9-17.
203. Marghalani HY. Effect of finishing/polishing systems on the surface roughness of novel posterior composites. *J Esthet Restor Dent*. 2010;22(2):127-38.
204. Patterson CJ, McLundie AC, Stirrups DR, Taylor WG. Efficacy of a porcelain refinishing system in restoring surface finish after grinding with fine and extra-fine diamond burs. *J Prosthet Dent*. 1992;68(3):402-6.
205. Kim HK, Kim SH, Lee JB, Ha SR. Effects of surface treatments on the translucency, opalescence, and surface texture of dental monolithic zirconia ceramics. *J Prosthet Dent*. 2016;115(6):773-9.
206. Scotti R, Kantorski KZ, Monaco C, Valandro LF, Ciocca L, Bottino MA. SEM evaluation of in situ early bacterial colonization on a Y-TZP ceramic: a pilot study. *Int J Prosthodont*. 2007;20(4):419-22.
207. Hmaidouch R, Müller WD, Lauer HC, Weigl P. Surface roughness of zirconia for full-contour crowns after clinically simulated grinding and polishing. *Int J Oral Sci*. 2014;6(4):241-6.
208. Dal Piva A, Contreras L, Ribeiro FC, Anami LC, Camargo S, Jorge A, et al. Monolithic Ceramics: Effect of Finishing Techniques on Surface Properties, Bacterial Adhesion and Cell Viability. *Oper Dent*. 2018;43(3):315-25.
209. Ionescu A, Wutscher E, Brambilla E, Schneider-Feyrer S, Giessibl FJ, Hahnel S. Influence of surface properties of resin-based composites on in vitro *Streptococcus mutans* biofilm development. *Eur J Oral Sci*. 2012;120(5):458-65.
210. Yoshizawa JM, Schafer CA, Schafer JJ, Farrell JJ, Paster BJ, Wong DT. Salivary biomarkers: toward future clinical and diagnostic utilities. *Clin Microbiol Rev*. 2013;26(4):781-91.
211. Exterkate RA, Crielaard W, Ten Cate JM. Different response to amine fluoride by *Streptococcus mutans* and polymicrobial biofilms in a novel high-throughput active attachment model. *Caries Res*. 2010;44(4):372-9.
212. Rudney JD, Chen R, Lenton P, Li J, Li Y, Jones RS, et al. A reproducible oral microcosm biofilm model for testing dental materials. *J Appl Microbiol*. 2012;113(6):1540-53.

213. van de Sande FH, Azevedo MS, Lund RG, Huysmans MC, Cenci MS. An in vitro biofilm model for enamel demineralization and antimicrobial dose-response studies. *Biofouling*. 2011;27(9):1057-63.
214. Souza BM, Fernandes Neto C, Salomão PMA, Vasconcelos L, Andrade FB, Magalhães AC. Analysis of the antimicrobial and anti-caries effects of TiF4 varnish under microcosm biofilm formed on enamel. *J Appl Oral Sci*. 2018;26:e20170304.
215. Giannobile WV, Wong DT. Salivary diagnostics: oral health and beyond! *J Dent Res*. 2011;90(10):1153-4.
216. Aykent F, Yondem I, Ozyesil AG, Gunal SK, Avunduk MC, Ozkan S. Effect of different finishing techniques for restorative materials on surface roughness and bacterial adhesion. *J Prosthet Dent*. 2010;103(4):221-7.
217. Pereira CA, Eskelson E, Cavalli V, Liporoni PC, Jorge AO, do Rego MA. *Streptococcus mutans* biofilm adhesion on composite resin surfaces after different finishing and polishing techniques. *Oper Dent*. 2011;36(3):311-7.
218. Rudney JD. Saliva and dental plaque. *Adv Dent Res*. 2000;14:29-39.
219. Hahnel S, Rosentritt M, Bürgers R, Handel G. Surface properties and in vitro *Streptococcus mutans* adhesion to dental resin polymers. *J Mater Sci Mater Med*. 2008;19(7):2619-27.
220. Meier R, Hauser-Gerspach I, Lüthy H, Meyer J. Adhesion of oral streptococci to all-ceramics dental restorative materials in vitro. *J Mater Sci Mater Med*. 2008;19(10):3249-53.
221. Shintani H, Satou J, Satou N, Hayashihara H, Inoue T. Effects of various finishing methods on staining and accumulation of *Streptococcus mutans* HS-6 on composite resins. *Dent Mater*. 1985;1(6):225-7.
222. Mei L, Busscher HJ, van der Mei HC, Ren Y. Influence of surface roughness on streptococcal adhesion forces to composite resins. *Dent Mater*. 2011;27(8):770-8.
223. Ikeda M, Matin K, Nikaido T, Foxton RM, Tagami J. Effect of surface characteristics on adherence of *S. mutans* biofilms to indirect resin composites. *Dent Mater J*. 2007;26(6):915-23.
224. Yuan C, Wang X, Gao X, Chen F, Liang X, Li D. Effects of surface properties of polymer-based restorative materials on early adhesion of *Streptococcus mutans* in vitro. *J Dent*. 2016;54:33-40.
225. Eick S, Glockmann E, Brandl B, Pfister W. Adherence of *Streptococcus mutans* to various restorative materials in a continuous flow system. *J Oral Rehabil*. 2004;31(3):278-85.
226. Lee BC, Jung GY, Kim DJ, Han JS. Initial bacterial adhesion on resin, titanium and zirconia in vitro. *J Adv Prosthodont*. 2011;3(2):81-4.
227. Rosentritt M, Hahnel S, Gröger G, Mühlfriedel B, Bürgers R, Handel G. Adhesion of *Streptococcus mutans* to various dental materials in a laminar flow chamber system. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2008;86(1):36-44.

EKLER

EK-1. Etik Kurul Onay Belgesi



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 70904504/ 102
Konu :

07.07.2020

Sayın

Dr.Öğr.Üyesi Zülfikar Zahit ÇİFTÇİ
Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Öğretim Üyesi

Değerlendirilmek üzere Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuruda bulunduğunuz,
"Süt Dişlerinde Kullanılan Pediatrik Kuronların Polisaj İşlemi Sonrasında Yüzey
Özelliklerinde Meydana Gelen Değişiklikler ve Bakteri Tutulumunun Değerlendirilmesi" adlı
çalışmaya ait Kurul Kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr.Ârda TAŞATARGİL
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

Eki: Etik Kurul Kararı

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

2020

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	TELEFON	0212 312 11 11
	FAKS	0212 312 11 11
	E-POSTA	etik.kurulu@akdeniz.edu.tr
	ETİK KURUL KODU	2019-2020
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI	Dr. Öğr. Üyesi Zulfikar Zahit ÇİFTÇİ	
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Süt Dişlerinde Kullanılan Pediatrik Kuronların Polisaj İşlemi Sonrasında Yüzey Özelliklerinde Meydana Gelen Değişiklikler ve Bakteri Tutulumunun Değerlendirilmesi	
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:KA EK- 447	Tarih: 24.06.2020
	Yukarıda bilgileri verilen çalışmanın yapılmasında bilimsel ve etik açısından sakınca olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	MERVE NUR	Uyruğu	T.C.
Soyadı	ANLAR	Tel no	
Doğum tarihi	2000-01-01	e-posta	

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Selim Nevzat Şahin Anadolu Lisesi	2013
Lisans/Yüksek Lisans	Çukurova Üniversitesi	2018
Doktora/Uzmanlık	Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2022

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
Araş. Gör.	Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2018-2022

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı
İngilizce	TIPDİL	62,5

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)
Süt Dişlerinde Kullanılan Pediatrik Kuponların Polisaj İşlemi Sonrasında Yüzey Özelliklerinde Meydana Gelen Değişiklikler ve Bakteri Tutulumunun Değerlendirilmesi	BAP	2020-2022