

T.C.

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**FARKLI TİP YAPIŞTIRMA AJANLARININ MİNE
DEMİNERALİZASYONUNA ETKİSİNİN YAPAY
KARYOJENİK SÜSPANSİYON ORTAMINDA
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Arş. Gör. Raif Murat DEMİRCİOĞLU

ZONGULDAK

2022

T.C.

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**FARKLI TİP YAPIŞTIRMA AJANLARININ MİNE
DEMİNERALİZASYONUNA ETKİSİNİN YAPAY
KARYOJENİK SÜSPANSİYON ORTAMINDA
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Arş. Gör. Raif Murat DEMİRCİOĞLU

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi Orhan ÇİÇEK

ZONGULDAK

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimin süresince üzerimde çok büyük emekleri olan, bilgileri ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, desteğini her zaman yanımda hissettiğim değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Orhan ÇİÇEK'e,

Tez sürecinde pratik ve teorik bilgileriyle bana yol gösteren Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Füsun CÖMERT'e,

Uzmanlık eğitimim süresince destekleri ve arkadaşlıklarıyla bu süreçte yanımda olan sevgili asistan arkadaşlarıma,

Kısa süreliğine tanıma fırsatı bulabildiğim, iyiliği ve arkadaşlığıyla yanımda olan dostum Uğur AÇAR'a,

Hayatımın her anında bana olan destekleri ve sonsuz sevgileriyle bu günlere gelmemi sağlayan sevgili AİLEM'e,

Sonsuz teşekkür ederim.

Raif Murat DEMİRCİOĞLU

2022, ZONGULDAK

ÖZET

Raif Murat DEMİRCİOĞLU, Farklı Tip Yapıştırma Ajanlarının Mine Demineralizasyonuna Etkisinin Yapay Karyojenik Süspansiyon Ortamında Değerlendirilmesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Zonguldak, 2022.

Amaç: Sunulan çalışmada, çekilmiş insan üst birinci küçük azı dişlerine farklı tip yapıştırma ajanları kullanılarak yapıştırılan braketlerin çevresindeki mine demineralizasyonlarının yapay karyojenik süspansiyon ortamında değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Gereç ve yöntem: Bu in vitro çalışmada, 60 adet çekilmiş insan üst birinci küçük azı dişi kullanıldı. Çekilmiş dişler, her grupta 20 adet üst birinci küçük azı dişinin olduğu 3 gruba ayrıldı. Grup 1’de; Transbond XT Primer + Transbond XT Light Cure Adesive (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya), Grup 2’de; GC Ortho Connect Light Cure Adesive (GC Crop, Tokyo, Japan) ve Grup 3’te; Transbond™ Plus Self Etching Primer + Transbond XT Light Cure Adesive (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) yapıştırma ajanları kullanılarak braketleme yapıldı. Tüm gruplarda Gemini metal (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) braketler kullanıldı. Dişler üzerinde, braketleme sonrası braketlerin gingival, oklüzal ve proksimal kısımlarındaki mine yüzeyleri DIAGNOdent pen (KaVo, Biberach, Almanya) ile ölçülerek demineralizasyon değerleri kaydedildi (T0). Daha sonra dişler *Streptococcus mutans*, sükroz ve yapay tükürük ile hazırlanmış yapay karyojenik süspansiyon ortamına yerleştirildi ve süspansiyon 48 saatte bir yenilendi. 28 gün sonunda dişler süspansiyon içerisinden çıkarıldı. Braketlerin gingival, oklüzal ve proksimal kısımlarındaki mine yüzeyleri DIAGNOdent pen ile yeniden ölçülerek demineralizasyon değerleri kaydedildi (T1). Elde edilen verilerin homojen dağılıp dağılmadığı Kolmogorov-simirnov testiyle, grup içi karşılaştırmalar Wilcoxon testiyle, gruplar arası karşılaştırmalar ise Mann-whitney U ve Kruskal-wallis testleriyle gerçekleştirildi.

Bulgular: Tüm gruplarda, T1 döneminde T0 dönemine göre braketlerin ölçüm yapılan tüm mine yüzeylerindeki demineralizasyon değerleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulundu ($p \leq 0,05$). T1 döneminde, Grup 1 ve 2’de oklüzal mine yüzeylerinin demineralizasyon değerleri, Grup 3’e göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulundu ($p \leq 0,05$). Grup 1 ve 2’de T0/T1 dönemleri arasında oklüzal mine yüzeyi demineralizasyon değerindeki artış miktarı Grup 3’ten istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksekti ($p \leq 0,05$). T1 döneminde gruplar arasında proksimal ve gingival mine yüzeylerinin demineralizasyon değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunmadı ($p > 0,05$).

Sonuç: Çalışma sonucunda, brakete komşu tüm mine yüzeylerinde, mikrobiyal dental plak için artan retansiyon alanlarının oluşması sonucu mine demineralizasyon değerlerinde önemli oranda artışlar olduğu gözlemlendi. Asitle pürüzlendirme uygulanmayan Transbond™ Plus Self Etching Primer yapıştırma ajanının kullanıldığı dişlerde anlamlı şekilde daha az oklüzal mine yüzeyi demineralizasyonu gerçekleştiği görüldü.

Anahtar Sözcükler: Ortodontik Braket, Yapıştırma ajanı, Karyojenik ortam, Mine demineralizasyonu, DIAGNOdent

ABSTRACT

Raif Murat DEMİRCİOĞLU, Evaluation of the Effect of Different Types of Adhesive Agents on Enamel Demineralization in Artificial Cariogenic Suspension, Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Speciality Thesis, Zonguldak, 2022.

In the present study, it is aimed to evaluate the enamel demineralization around the brackets attached to the extracted human maxillary first premolars using different types of bonding agents in an artificial cariogenic suspension environment.

In this in vitro study, 60 extracted human maxillary first premolars were used. Extracted teeth were divided into 3 groups with 20 maxillary first premolars in each group. In Group 1; Transbond XT Primer + Transbond XT Light Cure Adhesive (3M Unitek, Monrovia, California), in Group 2; In GC Ortho Connect Light Cure Adhesive (GC Crop, Tokyo, Japan) and Group 3; Bracketing was performed using Transbond™ Plus Self Etching Primer + Transbond XT Light Cure Adhesive (3M Unitek, Monrovia, California) bonding agents. Gemini metal (3M Unitek, Monrovia, California) brackets were used in all groups. After bracketing, enamel surfaces on the gingival, occlusal and proximal parts of the brackets were measured with a DIAGNOdent pen (KaVo, Biberach, Germany) and demineralization values were recorded on the teeth (T0). Then, the teeth were placed in artificial cariogenic suspension medium prepared with Streptococcus mutans, sucrose and artificial saliva, and the suspension was renewed every 48 hours. After 28 days, the teeth were removed from the suspension. Demineralization values of enamel surfaces on the gingival, occlusal and proximal parts of the brackets were recorded with DIAGNOdent (T1). The obtained data are compared with the Kolmogorov-Smirnov test, whether they are distributed by mountains or not, with the Wilcoxon test for in-group comparisons, and with the Mann-Whitney-U and Kruskal tests for intergroup comparisons.

In all groups, demineralization values on all enamel surfaces of the brackets were found to be statistically significantly higher in the T1 period than in the T0 period ($p \leq 0,05$). In the T1 period, demineralization values of occlusal enamel surfaces in Groups 1 and 2 were found to be statistically significantly higher than in Group 3 ($p \leq 0,05$). The amount of increase in occlusal enamel surface demineralization value between T0/T1 periods in Groups 1 and 2 was statistically significantly higher than Group 3 ($p \leq 0,05$). There was no statistically significant difference in demineralization values of proximal and gingival enamel surfaces between the groups in the T1 period ($p > 0,05$).

As a result of the study, it was observed that there was a significant increase in enamel demineralization values due to the formation of increased retention areas for microbial dental plaque on all enamel surfaces adjacent to the bracket. Significantly less occlusal enamel surface demineralization was observed in teeth in which Transbond™ Plus Self Etching Primer bonding agent was not applied with acid etching.

Keywords: Orthodontic Bracket, Adhesive agent, Cariogenic environment, Enamel demineralization, DIAGNOdent

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİL DİZİNİ.....	xi
TABLO DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Sabit Ortodontik Tedavi.....	4
2.2. Sabit Ortodontik Tedavilerde Kullanılan Braketler.....	5
2.2.1. Paslanmaz çelik braketler	5
2.2.2. Titanyum braketler.....	6
2.2.3. Plastik braketler	6
2.2.4. Seramik braketler	7
2.3. Mine Yüzeyi Hazırlık İşlemleri.....	7
2.3.1. Mine yüzeyi temizliği ve polisajlanması	8
2.3.2. Kumlama yöntemi ile mine yüzeyi pürüzlendirme.....	8
2.3.3. Konvansiyonel asit etching ile mine yüzeyi pürüzlendirme	9
2.3.4. Lazer ile mine yüzeyi pürüzlendirme.....	10
2.4. Adeziv Sistemler	11
2.4.1. Total etch adeziv sistemler.....	12
2.4.2. Self etch adeziv sistemler.....	13
2.4.3. Resin Modifiye Cam İyonomerler	14
2.5. Diş Çürükleri	14
2.5.1. Beyaz nokta lezyonları.....	16

2.6. Çürük Tanı Yöntemleri	18
2.6.1. Görsel tanı	19
2.6.2. Sond ile muayene	19
2.6.3. Radyografik muayene	20
2.6.4. Dijital Radyografi	20
2.6.5. Lazer Floresans	20
2.6.6. Elektriksel iletkenlik ölçümü	21
2.6.7. Fiber Optik Transillüminasyon (FOTI)	21
2.6.8. Kantitatif Işık Floresans (QLF).....	22
2.6.9. Ultrasonografi	22
2.7. Amaç	23
3. GEREÇ VE YÖNTEM	24
4. BULGULAR	33
5.TARTIŞMA	39
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	52
7. KAYNAKLAR.....	53
8. EKLER.....	74

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	Santigrat derece
%	Yüzde
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
CFU	Colony forming units
cm ²	santimetre kare
CO ₂	Karbon dioksit
DIFOTI	Digital imaging fiber optic transülliminasyon
ECM	Elektriksel iletkenlik ölçümü
Er:YAG	Erbium; yitrium alüminyum garnet
Er:Cr:YSGG	Erbium, Krom: yitrium scandium galyum garnet
FOTI	Fiber optic transülliminasyon
g/L	Gram/litre
KCl	Potasyum klorür
Maks	Maksimum
MHZ	Megahertz
Min	Minimum
mm ²	Minimetre kare
mW	Miniwatt
NaCl	Sodyum klorür
NaH ₂ PO ₄	Sodyum di hidrojen fosfat
NaS	Sodyum sülfat

nm	Nanometre
Ort	Ortalama
p	Anlamlılık düzeyi
rpm	Rate per minute
QLF	Kantitatif ışık etkili floresans
SEP	Self etching primer
sn	Saniye
SPSS	Statistical package for social sciences
SS	Standart sapma
T0	Karyojenik ortama yerleştirilmeden önce
T1	Karyojenik ortama yerleştirildikten 28 gün sonra
WSL	White spot lesion
µm	Mikrometre

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1: Transbond XT primer ve Transbond XT Light Cure Adesiv pasta (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya)	26
Şekil 2: GC Ortho Connect Light Cure Adeziv pasta (GC Crop, Tokyo, Japan)	26
Şekil 3: Transbond™ Plus Self Etching Primer (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya).....	26
Şekil 4: 3M ESPE Elipar S10 ışık kaynağı (3M ESPE Dental Products) ...	27
Şekil 5: Braketleme öncesi separe yardımıyla kökleri uzaklaştırılmış dişler	27
Şekil 6: DIAGNOdent pen (KaVo, Biberach, Almanya)	28
Şekil 8: Müsin (Müsin Type II; SigmaAldrich Chemie GmbH, Deisenhofen, Germany).....	29
Şekil 7: Yapay tükrük solüsyonu	29
Şekil 9: <i>Streptococcus mutans</i> kültürü	30
Şekil 10: Brain heart infüzyon broth	30
Şekil 11: DensiCHEK plus cihazı (mikroorganizma yoğunluğu ölçüm cihazı)	30
Şekil 12: Etüve yerleştirilmeye hazır çalışma örneği	31
Şekil 13: Thermolyne Maxi-Mix III Type 65800 Rotary Shaker (Thermo Scientific, Iowa, USA) cihazına üzerinde etüve yerleştirilen örnekler.....	31
Grafik 1: T0, T1, T0/T1 dönemlerinde brakete komşu gingival mine yüzeyindeki demineralizasyonun ortalama değerleri.....	34
Grafik 2: Brakete komşu oklüzal mine yüzeyindeki demineralizasyonun T0, T1 ve T0/T1 değişimi ortalama değerleri.....	36

Grafik 3: Brakete komşu proksimal mine yüzeyindeki demineralizasyonun T0, T1 ve T0/T1 değişimi ortalama değerleri 38

Grafik 4: Brakete komşu tüm yüzeylerdeki ortalama demineralizasyon değerlerindeki değişim miktarları 38



TABLO DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1: T0 ve T1 dönemlerindeki braketlere komşu gingival mine yüzeyindeki demineralizasyon değişim bulguları.....	33
Tablo 2: T0, T1, T0/T1 dönemlerinde braketlere komşu gingival mine yüzeylerindeki demineralizasyon bulgularının gruplar arası karşılaştırmalı istatistik sonuçları.....	34
Tablo 3: T0 ve T1 dönemlerindeki braketlere komşu oklüzal mine yüzeyindeki demineralizasyon değişim bulguları.....	35
Tablo 4: T0, T1, T0/T1 dönemlerinde braketlere komşu oklüzal mine yüzeylerindeki demineralizasyon bulgularının gruplar arası karşılaştırmalı istatistik sonuçları.....	36
Tablo 5: T0 ve T1 dönemlerindeki braketlere komşu proksimal mine yüzeyindeki demineralizasyon değişim bulguları.....	37
Tablo 6: T0, T1, T0/T1 dönemlerinde braketlere komşu proksimal mine yüzeylerindeki demineralizasyon bulgularının gruplar arası karşılaştırmalı istatistik sonuçları.....	38

1. GİRİŞ

Günümüzde estetik ve simetriye verilen önemin artması, dış görünüşün bir statü göstergesi olmasıyla birlikte, tıp bilimine hastaların kendilerinde güzel bulmadıkları bölgeleri için başvuruları artmıştır. Düzgün sıralanmamış dişlerin düzeltilmesi de bu başvurular arasında bulunmakta ve bu durum ortodontik tedaviyi daha popüler hale getirmektedir. Ortodontik tedavi, dişlerin çene kemikleri içerisinde düzgün sıralanmasını sağlamak ve tedavi gören bireylerde estetik bir görünüm kazandırmaktadır (1).

Sabit ortodontik tedavi uygulamaları ortodonti bilim dalının ortaya çıktığı 1900'lerin başlarında dişleri saran metal bantlar üzerine lehimlenmiş tüp ve oluklardan geçirilen tel ve bu tellerin tüp ve oluklara bağlanması ile başlamıştır (2). Ortodontik tedavi için her diş saran bantların hazırlanması dişlere uyumlanması hekim açısından zaman alıcı bir süreçtir (1, 2).

Asitlerle mine pürüzlendirme tekniğinin ortaya çıktığı 1950'lere kadar sabit ortodontik apareyler dişlere mekanik olarak sabitlenirken, bu tekniğin bulunması ile dişleri bantlarla sarma zorunluluğu ortadan kalmış ve braketler direkt olarak diş mine üzerine rezinlerle yapıştırılabilmektedir (3, 4).

Sabit ortodontik tedavi uygulamalarında dişler üzerine yapıştırılan bantlar ve braketler, diş yüzeylerinde dental plak, bakteriler ve yiyecekler için retansiyon alanları oluşturmaktadır(5). Sabit ortodontik tedavi sırasında kullanılan bant ve braketler düzensiz yüzeyleri sebebiyle oral kasların ve tükürüğün doğal temizleme mekanizmasını sınırlamaktadır (5). Ayrıca dişler üzerine yapıştırılan bu ortodontik ataşmanlar, plağın hasta tarafından rahatlıkla uzaklaştırılmasını da zorlaştırmaktadır (6).

Diş çürüğünün oluşması için; karyojenik bakteriler, hassas bir diş yüzeyi ve bakteri büyümesini desteklemek için mevcut besinlerin aynı anda bulunması gerekmektedir. Ağız boşluğunda bulunan 300'den fazla bakteri türünden biri olan *Streptococcus mutans* çürüğe neden olan (karyojenik) bir organizmadır. Karyojenik bakteriler, başlangıç çürüğünün başlıca etkenleridir; mineye yapışır, asit üretir ve asidi tolere ederler, sükröz açısından zengin bir ortamda gelişirler (7).

Retantif alanlardan dental plağın uzaklaştırılamaması, rafine karbonhidrat bakımından zengin bir diyetle beslenilmesi ve sık aralıklarla karbonhidrat alımı

karşısında, diş minesi üzerindeki demineralizasyon ile remineralizasyon arasındaki dinamik denge demineralizasyon lehine bozulmakta ve klinik olarak saptanabilir beyaz nokta lezyonları dişler üzerinde gelişmektedir (8). Beyaz nokta lezyonları, süt beyazı bir opasite ile klinik görünümüne sahiptir ve demineralizasyondan kaynaklanan yüzey altı mine gözenekleri olarak tanımlanmaktadır (9). Dekalsifiye ve gözenekli minede meydana gelen ışık saçılmalarındaki değişiklikler beyaz görünüme neden olmaktadır (10). Beyaz nokta lezyonları, sabit apareylerle yapılan ortodontik tedavinin estetik olmayan, yaygın bir yan etkisidir (4). Bu başlangıç çürük lezyonları, genellikle iki ortodontik tedavi randevusu arasındaki zaman dilimi olan dört hafta içinde oluşabilmektedir (6).

Braket yerleştirme öncesinde asit ile pürüzlendirme yöntemi minenin inorganik yapısını değiştirmekte, düzenli hidroksiapatit kristal yapısını bozmakta, ağız ortamında bulunan karyojenik bakterilerin rahatlıkla tutunabileceği bir ortam oluşturmaktadır (5, 6). Asitle pürüzlendirme mine yüzeyinin çürüğe karşı savunmasını azaltmakta bu durum ağız hijyeni kötü olan hastalarda beyaz nokta lezyonlarının oluşma riskini arttırmaktadır (7).

Sabit ortodontik tedavi hastalarına oral hijyen eğitimi verilmesi, hastaların oral hijyen uygulamalarına motivasyonlarının artırılması ve oral hijyenin önemi vurgulansa da günümüzde ortodontik uygulamaları ile beyaz nokta lezyonları arasında ciddi bir ilişki vardır (8).

Beyaz nokta lezyonlarının, diş bütünlüğü bozulmadan tespit edilmesi ve uygun önleyici tedavi prosedürlerinin uygulanabilmesi için erken teşhisi çok önemlidir (9). Erken teşhisi yapılamayan ve önlem alınmayan beyaz nokta lezyonları hızla ilerleyerek diş üzerinde geri dönüşü olmayan madde kayıplarına sebebiyet verebilir. Madde kaybı oluşmuş dişlerde restorasyon ihtiyacı ortaya çıkmaktadır (9).

Beyaz nokta lezyonlarının teşhisinde sıklıkla kullanılan konvansiyonel teşhis yöntemleri ile son zamanlarda geliştirilen güncel teşhis yöntemlerin birlikte kullanılması beyaz nokta lezyonlarının erken teşhisini kolaylaştıracağı düşünülmektedir (10). Ayna-sond ile muayene, görsel muayene ve radyografik filmlerin kullanılması konvansiyonel çürük tespit yöntemleridir. Elektriksel iletkenlik ölçümü (ECM), dijital radyografi, fiber optik transillüminasyon, alternatif akım empedans spektroskopisi, ultrasonik görüntüleme (sonografi), lazer floresans ve kantitatif ışık floresans (QLF) ise güncel yöntemler arasındadır (11).

Asitle pürüzlendirme yöntemine alternatif olarak bulunan self etch adeziv sistemlerle braketin yapıştırılması öncesinde minede ön hazırlık yapılmasının önüne geçilmiştir (11). Self etch adeziv sistemlerin, asit etching yöntemine göre mine yüzeyine daha az zarar verdiği belirtilmektedir (12).

Günümüzde dişlerde beyaz nokta lezyonlarının oluşumunu engellemek, braket yapıştırması sırasında mineye daha az zarar vermek ve braket çevresindeki karyojenik ortamı inhibe etmek amacıyla pek çok adeziv materyal piyasa sürülmüş ya da geliştirilmektedir (13-15).

Çalışmamızda; çekilmiş insan üst birinci küçük azı dişlerine üç farklı tip ortodontik yapıştırma ajanı kullanılarak yapıştırılan braketlerin çevresindeki mine demineralizasyonlarının yapay karyojenik süspansiyon ortamında bir lazer floresans yöntemi olan DIAGNOdent pen ile ölçülerek değerlendirilmesi ve karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sabit Ortodontik Tedavi

20. yüzyılın başında diş hekimi Edward Hartley Angle birçok aparey patentleri, maloklüzyon sınıflaması, yazdığı “Irregularities of the Teeth” eseri ve birçok katkılarıyla ortodontinin gelişmesine yadsınamaz bir yerdedir. Ortodonti bilimine yaptığı katkılardan dolayı “modern ortodontinin babası” olarak anılmaktadır. Çağdaş ortodontide kullanılan sabit apareylerin büyük bir bölümü Angle’ın tasarım ve buluşlarına dayanmaktadır. Angle dört ana başlık altında toplanabilecek aparey sistemlerini geliştirmiştir.

E(expansiyon) Ark Apareyi (1900); molar bandları üzerindeki tüplerden ve dişlerin labial yüzeylerinden geçen bir arktır. Dişler bu tel üzerine ligatür teli ile bağlanmaktaydı. Bu aparey sadece devrilme hareketleri sağlamaktaydı. Dişlerin hareket kontrolü zayıftır. Pin ve Tüp Apareyi (1910); tüm dişlere tutunan altın ve platin bantlar olarak tasarlanmıştır. Bu bantlar üzerinde lehimlenmiş dikey tüpler içinden geçirilen pinler aracılığı ile diş hareketleri sağlanmaktadır. Rotasyonları düzeltmek ve kök paralelliği sağlamak oldukça zordur. Ribbon Ark Apareyi (1918); pin ve tüp apareyinin lehimlenmiş tüpleri yerine lehimlenmiş dikey braketler bulunmaktaydı. Bu braketler ile rotasyon kontrolleri sağlanabilmiştir. Edgewise Apareyi (1925); bantlar üzerinde her diş için aynı yatay braketlerin lehimlendiği bir sistemdir. Dikdörtgen ark teli üzerinde yapılan bükümlerle uzayın üç yönünde de diş hareketleri sağlanabilmekteydi (2). Bu öncü aparey sistemleri lewis braketleri, ikiz braketler, steiner braketleri, broussard braketleri gibi braket sistemlerine öncü olmuşlardır.

Klinisyenlerin daha az zamanda edgewise apareyleri kadar etkili kullanabildikleri begg apareylerinin bulunmasıyla, 1960’larda edgewise apareyleri popülerliğini yitirmeye başlamıştır. Buna rağmen ilerleyen dönemlerde edgewise aparey sistemindeki gelişmeler bu durumu tersine çevirmiştir. Bunlar edgewise sistemlerindeki braket slot boyutundaki değişiklikler, otomatik rotasyon kontrolleri, düz tel (straight-wire) reçeteleri sayılabilir. Çağdaş edgewise apareyleri dikdörtgen tel

ve dikdörtgen slot mekaniğini korumuş ancak orijinal tasarımından çok farklı bir yere gelmiştir (1).

Farklı braket sistemlerine rağmen 1980'lere kadar dişlerin üzerine braket yerleştirmek ancak bir braketlerin lehimlendiği bantlar ile yapılabilmekteydi. Mine yüzeyinin asit ile pürüzlendirilmesinin keşfi ile braketler direkt olarak dişlerin üzerine yerleştirilebilir hale gelmiştir (3).

2.2. Sabit Ortodontik Tedavilerde Kullanılan Braketler

Ortodontik braketler dişleri fizyolojik sınırlar içerisinde hareket ettirmek için kullanılan kuvvetlerin dişlere aktarımını sağlayan temel elemanlardır. Braketlerin temel olarak sahip olması gereken özellikleri; hijyenik olması, toksik olmaması, korozyon direnci, ortodontik ve oklüzal kuvvetlere dayanıklı olması, maliyeti, estetik olması, ağızda renk değişimi olmaması, dişlere yeterli yapışma göstermesi, kaydırma mekaniklerine düşük sürtünme göstermesi sayılabilir (16).

Sabit ortodontik tedavide kullanılan braketler üretilen materyaline (seramik, paslanmaz çelik, plastik, titanyum), üretim tekniklerine (sinterleme, döküm, çekme, metal enjeksiyonla kalıplama), boyutlarına (mini, ultra mini vb.), taban şekillerine göre (düz, eğimli), enlerine göre (geniş, dar), şekillerine göre (çift oluklu, dikey oluklu veya begg, tip edge gibi) uygulandıkları tekniğe göre ve de ark telinin bağlanma yöntemlerine göre (konvansiyonel ve kendinden bağlamalı) sınıflandırılabilirler (1).

2.2.1. Paslanmaz çelik braketler

Günümüzde paslanmaz çelik braketlerin büyük bir kısmı östenitik paslanmaz çelikten üretilmektedir. Östenitik paslanmaz çelik %18 krom ve %8 nikel içermektedir. Farklı standartlarda üretilen ve braket üretiminde kullanılan paslanmaz çeliklerde krom oranı %16-22, nikel %5,5-14 arasında değişmektedir (17). Paslanmaz çelik braketler hijyenik, dayanıklı ve düşük maliyetleri nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır. Her ne kadar estetik olması için boyutlarının küçültülmesi ve diş

renginde kaplanması denenmiş olsa da estetik ihtiyaçlara cevap vermede yetersizdir (18). Alaşımlarında bulunan nikelin ağız ortamına salınması ve nikel alerjisi olan hastalarda kullanımı dezavantajları olarak sayılabilir (16).

2.2.2. Titanyum braketler

%8’lik nikel içeriği paslanmaz çelik braketler nikel alerjisi olan bireyler için alerjik reaksiyona sebep olabilir. Bu durum titanyum braketler ile elimine edilmiştir. Titanyum braketlerin sahip olduğu en büyük avantaj, iyi bir bağlanma dayanımına sahip olmasıdır. İyi bir bağlanım dayanımı tedavi sırasında istenmeyen debonding durumunun önüne geçer ve braket sağ kalımını artırır. Braket kopmaları tedavi süresini ve hasta başında geçirilen süreyi artırır. Titanyum braketler için en büyük dezavantaj ise titanyumun, paslanmaz çelikten daha pürüzlü bir yüzeye sahip olmasıdır. Bunun sonucu olarak tel veya braket titanyumdan üretilmiş ise, ortodontik tedavi sırasında kaydırma mekaniklerinin kullanımında daha fazla direnç oluşmasına sebep olabilir. Bunun sonucu olarak diş hareketleri istenilen düzeyde oluşmayabilir (19).

2.2.3. Plastik braketler

Plastik braketler genel olarak doldurucusuz polikarbonatlardan üretilmektedir ve metal braketlere göre daha estetiklerdir (20). Buna rağmen yetersiz sertlikleri, kuvvetler altında plastik deformasyona uğramaları, braket kanatlarında kırılmalar, ağız ortamında renklenmeleri, braket slotlarında yüksek sürtünme görülmesi, ağız ortamındaki sıvılardan etkilenerek kötü koku kaynağı olabilmeleri olumsuz özellikleri olarak sayılabilir (21). Özelliklerini iyileştirmek için braket slotlarında metal kaplamaların ve cam fiberleriyle güçlenmeler denenmiş olmasına rağmen tatmin edici sonuçlar alınamamıştır (22).

2.2.4. Seramik braketler

Seramik materyaller metallere göre daha estetik, hijyenik ve biyouyumlu olması nedeniyle braket üretiminde kullanılmaktadır. Seramik braketler genel olarak monokristalin alumina, polikristalin alümina ve zirkonya yapısal özelliğinde üretilmektedirler (16). Monokristalin alumina braketlerin üretim sonunda daha pürüzsüz olması nedeniyle diğer seramik braket yapılarına göre daha dayanıklıdır (23). Alumina kristal yapısı metallere göre 20-50 kat daha fazla kırılma özelliği taşımaktadır (16). Seramik braketler sert, kırılma ve süneklik göstermeyen özellikleri nedeniyle tedavi sürecinde ve debonding sırasında kuvvet altında kırılmalar göstermektedir. Dişler üzerinde kalan artıkların temizlenmesi sırasında elmas frezlerin kullanılması, debonding sırasında diş minesinde çatlaklar ve mine kırılmaları dişlere zarar verebilmektedir (24). Seramik braketlerin yüksek sertlikleri nedeniyle karşıt dişlerde aşınmalara sebep olması ve kaydırma mekanikleri kullanımı sırasında yüksek sürtünme göstermesi de dezavantajları arasında sayılabilir (24).

2.3. Mine Yüzeyi Hazırlık İşlemleri

Ortodontik diş hareketlerinin sağlanabilmesi için temel olarak dişlere fizyolojik sınırlar içerisinde belirli büyüklük, yön ve süre boyunca kuvvet uygulanmaktadır. Bu kuvvetlerin dişe aktarılması için dişler üzerine kuvvet aktarıcı elemanları sabitleme fikri ile sabit ortodontik mekanikler ortaya çıkmıştır. İlk dönemlerde kuvvet aktarıcı olan braketler dişlere sabitlenmek için bantlara lehimlenmiş ve bu bantlar dişleri çepeçevre sararak dişlere yapıştırılmıştır. Dişleri bantlamak için öncelikle separasyon yapılması, bantların çevresinde oluşan dekalsifikasyonlar ve tedavinin sonunda bantların çıkarılması sonucu tekrar boşluk kapatma gerekliliği gibi nedenlerle braketlerin dişlerin üzerine direkt olarak yapıştırılma düşüncesi ortaya çıkmıştır (25).

Asitle pürüzlendirme yönteminin keşfiyle mine üzerinde oluşturulan düzensizliğe tutunmanın önü açılmış, braketin mine üzerinde direkt yapıştırılması (direct bonding) sağlanmıştır (4).

2.3.1. Mine yüzeyi temizliği ve polisajlanması

Sabit ortodontik apareylerin uygulanacağı mine yüzeyleri her türlü artık maddeden uzak ve temiz olmalıdır. Mine yüzeyinin temizlenmesi için genellikle polisaj lastikleri ve fırçaları yardımıyla pomza kullanılması önerilmektedir (26).

Braketleme öncesinde mine yüzeyinde polisaj lastikleri ve fırçalarıyla pomza kullanımının braket kopma oranları üzerinde etkisi incelenen çalışmalarda, pomza yardımıyla minenin temizlenmesi ve temizlenmemesi arasında kopma oranları bakımından anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiş. Braketleme öncesinde pomza ile yapılan mine yüzeyi temizlik işleminin braket bağlanımı üzerine olumsuz etkisinin olmadığını belirterek braketleme işlemi öncesinde pomza kullanımı önerilmektedir (27, 28).

Air-polishing sistemleri temelde yüksek hava basıncı ve su yardımıyla partiküllerin mine yüzeyine püskürtülmesi şeklinde çalışmaktadır. Günümüzde sodyum bikarbonat, glisin, kalsiyum sodyum fosfolik asit gibi partiküller air-polishing için kullanılmaktadır. Mine yüzeyine püskürtülen kinetik enerjileri yüksek partiküller diş dokusunu uzaklaştırmadan, mine yüzeyindeki smear tabakasını ve renklendirmeleri uzaklaştırır (29). Braketleme öncesinde glisin ile air-polishing yapılmasının braket bağlanımını kontrol grubuna göre azalttığı fakat klinik olarak kabul edilebilir braket bağlanımı sağladığı gösterilmiştir (30).

2.3.2. Kumlama yöntemi ile mine yüzeyi pürüzlendirme

Mine yüzeyi pürüzlendirme tekniklerinden bir diğeri de “hava ile abrazyon” tekniğidir (31). Bu yöntemde basınçlı hava ile boyutları 25 ile 100 µm arasında değişen

alüminyum oksit partikülleri pürüzlendirilmek istenen mine yüzeyine uygulanır (32). Basıncın düşük tutulması ve uygulama süresinin kısa tutulması ile asitle pürüzlendirme tekniğine göre daha az madde kaybı olduğu belirtilmiştir (31). Sadece kumlanarak pürüzlendirilen mine yüzeyinin, sadece asitle pürüzlendirilen mine yüzeyine göre metal braketlerin bağlanım direnci bakımından yetersiz bulunmuştur (31, 33). Self etch adeziv sistem kullanılan bir çalışmada, kumlanma yapılmayan kontrol grubuna göre 50 µm ya da daha büyük alüminyum oksit partikülleri kullanılması braket bağlanımı arttırdığı gözlenmiştir (32).

2.3.3. Konvansiyonel asit etching ile mine yüzeyi pürüzlendirme

Günümüzde rezin bazlı bonding sistemleri mikromekanik retansiyon prensibine dayanmaktadır. Buonocore başlangıçta asitle pürüzlendirme işlemi için %85'lik fosforik asit çözeltisini 30 saniye kullanmaktaydı (3). Günümüzde bağlanılacak yüzeyi temizlemek ve mineralleri çözmek için %37'lik ortofosforik asit kullanılmaktadır. Mine yüzeyindeki interprizmatik ve prizmatik mine alanlarının ortofosforik asit karşısında farklı oranlarda çözünmesi ince ve düzensiz bir alan oluşmasına sebep olur. Mine yüzeyi asitle pürüzlendirilme işlemi öncesinde yüzey enerjisi düşük ve hidrofobik bir durumdadır. Asitle pürüzlendirme işlemi mine yüzeyini düzensiz, yüzey enerjisi yüksek ve hidrofilik bir duruma geçirir. Bu yüzeye uygulanan rezin bonding materyallerini içine çeker (34). Uygulanacak rezin bonding ajanları ıslatabilirliği yüksek ve yüzeydeki düzensizlikler arasında çözünebilir özellikler göstermesi de mikromekanik retansiyonu güçlendirir. Asitleme süresinin 30-60 sn olması genellikle tavsiye edilen yöntem olmasına rağmen sürenin 10 saniyeye kadar düşürülmesinin de yeterli olabildiğini belirten çalışmalar da mevcuttur (35, 36). Yetersiz braket mine bağlantısının ana sebebinin uygulanan asit ajanlarının süresi veya konsantrasyonundan daha çok, asitle işlem görmüş mine yüzeyinde oluşan kontaminasyonlar ve kompozit rezin ajanlarının düzensiz ve yetersiz polimerizasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir (34). Düşük florür içeren ve yüksek florür içeren mine yüzeyleri için 4,5 pH ve altında çözünürlük oranları benzerdir bu yüzden yüksek florür içeren florozisli mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi için daha uzun süre asit etching yapılması veya daha yüksek konsantrasyonlarda asit

ürünleri kullanılmasına gerek yoktur (37). Ancak orta derecede florozis gösteren dişler için 15 saniye asitleme yapılmasına göre 150 saniye asitleme yapılmasının daha iyi sonuçlar verdiğini gösteren çalışma da mevcuttur (38). Asit uygulanmış minede etkilenen mine derinliğinin 10 µm ile 170 µm arasında değiştiği düşünülmektedir. Hosein ve ark. (39) bu derinliğin düşünüldüğü kadar fazla olmadığını 1,11 µm ile 4,57 µm arasında değiştiği ve ortalama 2,76 µm olduğunu belirtmişlerdir. Asit etching uygulanmış fakat rezin ile kapatılmamış mine yüzeyleri tükürük temasıyla birkaç gün içinde tekrar remineralize olmaktadır (6).

2.3.4. Lazer ile mine yüzeyi pürüzlendirme

Lazerler, uyarılmış radyasyon ile ışığın güçlendirilmesi ilkesine dayanan optik sistemlerdir. Işık tek fazda yoğunlaştırılmış şekilde kullanılmasını sağlarlar. 1962 yılında tıp alanında ilk uygulamalarını gördüğümüz lazerler 1983 yılında diş hekimliği alanında da kullanılmaya başlamıştır. Çocuk hastalarda kullanımı ise 1999 yılında FDA onayı ile başlamış ve yaygınlaşmıştır (40).

Diş hekimliği alanında lazerler birçok kullanım alanına sahiptir. Aftlar ve uçuk tedavilerinde, kök kanal sterilizasyonu, diş hassasiyetlerinin azaltılması, diş sert dokularındaki çürüğün uzaklaştırılmasında, yumuşak ve sert doku cerrahilerinde, yara iyileşmesinin hızlandırılması amacıyla, periimplantitis tedavisi bunlar arasında sayılabilir (41, 42).

CO₂ lazer, Er,Cr:YSGG lazer, Nd:YAG lazer, Er:YAG lazer ve diyet lazerler diş hekimliğinde sıklıkla kullanılmaktadır. 810 nm dalga boylu diyet lazerler genel olarak yumuşak doku cerrahisi ve diş hassasiyeti tedavisinde kullanılır. 10600 nm dalga boyuna sahip CO₂ lazerler yumuşak dokularda iyi absorpsiyona uğramasına rağmen sert dokularda termal hasar oluşturma riski nedeniyle kullanımı kısıtlıdır. 1064 nm dalga boyuna sahip Nd:YAG lazerler, diş beyazlatma, yumuşak doku cerrahisi, diş hassasiyeti ve kök kanal dezenfeksiyonu amacıyla kullanılmaktadır. 2780 nm dalga boyuna sahip Er,Cr:YSGG lazerleri çürük profilaksisi, çürük temizliği ve diş hassasiyeti için kullanılmaktadır. 2940 nm dalga boyundaki Er:YAG lazerler ise çürük

doku uzaklaştırma, kavite hazırlama, kök kanal tedavisi, diş hassasiyeti ve mine yüzeyi pürüzlendirme amacıyla sert dokularda en çok tercih edilen lazerlerdendir (42, 43).

Mine yüzeyi içerisindeki hidroksiapatit kristalleri arasına sıkışmış su moleküllerinin lazer atımlarını absorbe ederek aniden buharlaşır. Bu buharlaşma sonucu mikro patlamalar mine yüzeyinde 10-20 µm derinlikte pürüzlü ve düzensiz bir yapı oluşturur. Ayrıca minenin organik matriks yapısı dekompozisyona uğrar. Bu durum inter ve intraprizmatik mine alanlarında madde geçişlerini azaltır. Bunun sonucunda minede difüzyon zorlaşır, demireralizasyon gecikir, asit atakları ve diş çürüklerine karşı daha az duyarlı bir yüzey oluşur (43-45).

Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerleriyle farklı uzaklıklardan mine pürüzlendirmesi ve sonrasında braketleme yapılan bir çalışmada, kontrol grubu olan sadece asitle pürüzlendirilmiş mine yüzeyine göre, 1 mm mesafeden Er:YAG lazer ile mine pürüzlendirmesi yapılan grup hariç diğer tüm gruplarda braket bağlanım direnci düşük bulunmuştur (46). Lazerle mine yüzeyi pürüzlendirmenin, asit ile mine yüzeyi pürüzlendirme arasında fark olmadığını söyleyen çalışmalar, lazer ile mine yüzeyi pürüzlendirme ve asit ile mine yüzeyi pürüzlendirmeleri arasında fark olmamasına rağmen lazerin mine yüzeyine daha fazla zarar verdiğini söyleyen çalışmalar da mevcuttur (47, 48). Aynı lazer sistemlerinin farklı güç ve sürelerde kullanılabilmesi ve farklı lazer sistemlerinin mine pürüzlendirmede kullanımı, lazerle mine yüzeyi pürüzlendirme konusunda fikir birliğine varmayı zorlaştırmaktadır (47-49).

2.4. Adeziv Sistemler

Adeziv sistemler tarihsel süreçte gelişimlerine göre ve smear tabakasına gösterdiği etkilerine göre sınıflandırılmaktadır. Tarihsel gelişimlerine göre yedi sınıfta incelenmeleri bilimsel dayanaktan yoksun olduğu için smear tabakasına etkisine göre sınıflandırılması modern sınıflandırma olarak kabul edilmiştir. Smear tabakasına etkilerine göre;

- Total etch sistemler
- Self etch sistemler

- Cam iyonomer sistemler

olarak temelde üç gruba ayrılmaktadırlar (50, 51).

2.4.1. Total etch adeziv sistemler

Adeziv sistemlerin klinik kabul gören ilk uygulamaları total etch adeziv sistemleridir. Bu sistemlerde öncelikle diş dokularında asitle pürüzlendirme işlemi yapılır. Genellikle pürüzlendirme için %37'lik ortofostorik asit kullanılmaktadır. Asitleme işlemini takiben yapılan yıkama işlemi ile smear tabakası tamamen ortadan kaldırılır. Üç aşamalı total etch sistemler, diş yüzeyine sırasıyla asitle pürüzlendirme, primer uygulaması ve bond uygulamasını içeren üç aşamada uygulanmaktadır. İki aşamalı total etch sistemler de ise asitle pürüzlendirme aşamasından sonra primer ve bond tek aşamada uygulanmaktadır (52). Aseton içerikli bir primerin uygulandığı durumlarda nemli bağlanma tekniklerinin (wet bonding) kullanılması, etanol veya su içerikli bir primer uygulanmışsa da hava ile hafifçe kurutma ile kuru bağlanma tekniklerinin (dry bonding) kullanılması bağlantı başarısını etkiler (53). Sırasıyla tüm basamaklar uygulandığında asitle pürüzlendirilmiş diş yüzeyinde hibrit tabakası oluşur. Polimerizasyon sonrasında hibrit tabakasının üzerinde 15 µm kalınlığında tam olarak polimerize olmamış inhibisyon tabakası aracılığı ile bonding ajan ile kompozit rezin arasında bağlantı sağlanmış olur (52).

Son yıllarda braketleri asitlenmiş mine yüzeyine yapıştırabilmek için primer ve bondun içerisinde bulunduğu kompozit adeziv pastalar geliştirilmiştir. Bu adezivler asitle pürüzlendirilmiş ve kurutulmuş mine yüzeyinde, braket kaidesine yerleştirilerek direkt olarak uygulanabilirler (54-56).

Kendinden primerli ortodontik adezivin (GC Ortho Connect) asitleme işlemi sonrası primer uygulanan ortodontik adeziv (Transbond XT) ile braket bağlanma dayanımının karşılaştırıldığı bir çalışmada, Transbond XT grubunun GC Ortho Connect grubuna göre daha yüksek braket bağlanım değeri gösterdiği fakat bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir (56).

Metal braketlerin yapıştırılması için kendinden primerli iki ortodontik adeziv (GC Ortho Connect ve Biofix) ile primersiz konvansiyonel kompozitin (Transbond XT) kullanıldığı bir çalışmada, braket bağlanımı açısından Transbond XT ve GC Ortho Connect grupları benzer bulunmuştur. Aynı çalışmada Biofix grubunda braket bağlanımının Transbond XT ve GC Ortho Connect grubundan daha düşük olduğu belirtilmiştir (55). Metal ve seramik braketlerin yapıştırılması için iki aşamalı total etch (Transbond XT), tek aşamalı self etch (Transbond SEP) ve tek aşamalı ortodontik adezivin (GC Ortho Connect) kullanıldığı bir çalışmada braket bağlanımı açısından gruplar arasında anlamlı bir farkın olmadığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada gruplar arasındaki mikrosızıntı da değerlendirilmiş ve iki aşamalı self etch grubunda mikrosızıntı daha yüksek bulunmuştur (54).

2.4.2. Self etch adeziv sistemler

Self etching adeziv asit etching ile mine yüzeyi pürüzlendirme adımı ile primer uygulanma adımlarını birleştiren sistemlerdir. Asitleme, yıkama, kurutma gibi adımların uygulanmaması süreci hızlandırır ve asitlenmiş yüzeyin nem ve tükürük gibi kontaminasyon hassasiyeti azaltır. Fosforik asidin ağız yumuşak dokularına zarar verme riski elimine edilmiş olur. Self etch primerlerin aktif bileşeni metakrilatlanmış fosforik esterleridir. Bu etken madde ile aynı anda hem asit etching ile mine yüzeyi pürüzlendirilmesi hem de primer uygulaması aynı anda olmaktadır. Metakrilat fosforik esterlerdeki fosfor grupları minedeki hidroksiapatit kristallerinde bulunan kalsiyumları çözer ve kristallerin arasına primer penetre olur. Serbest kalsiyum iyonları da fosforik esterlerle birleşerek etchingi sınırlar. Hafif hava ile kurutma ve ışıkla sertleştirme süreci sonunda primerdeki solventler de uzaklaştırılarak etching ve priming tamamlanmış olur (34). Konvansiyonel asit etching yöntemine göre mine yüzeyine daha az zarar verdiği belirtilmektedir (12). Farklı pH değerlerine sahip farklı self etch primerler mevcut olup yüksek pH'a (yaklaşık olarak 2) sahip self etchlerin düşük pH'a (≤ 1) sahip self etchlere göre mine yüzeyini daha çok koruduğu söylenebilir (57). Self etch sistemlerde konvansiyonel total etche göre mine yüzeyinden daha az madde kaybı olmasına rağmen braket makaslama bağlanımlarının self etchlerde total etch sistemlere göre daha düşük bulunmuştur (11). Bu çalışmayı destekleyen ve self etch sistemlerin

konvansiyonel yöntemlerden daha düşük braket makaslama bağlanım direnci gösterdiğini belirten çalışmalar mevcuttur (58-60).

2.4.3. Rezin Modifiye Cam İyonomerler

Cam iyonomer simanlar (CİS) florür salabilme özellikleri ve uygulama öncesinde mine yüzeyine etching gerektirmemesi ile ön plana çıkmaktadır (61). Cam iyonomer simanlar mineye genel olarak kalsiyum köprüleri aracılığı ve hidrojen bağlarıyla tutunurlar. Bağlantı kuvvetlerinin kompozit rezinlere göre daha düşük olması nedeniyle cam iyonomer simanlara kompozit komponentler eklenerek yeterli bağlantı yeteneğine kavuşturmak düşünülmüştür. Rezin modifiye cam iyonomerlerin uygulanmasından önce mine yüzeyine poliakrilik asit uygulanmasının makaslama bağlanımını arttırdığı belirtilmektedir (62, 63). Mine yüzeyine poliakrilik asit uygulamasının etchingde uygulanan fosforik asit kadar zarar vermediği bulunmuştur (12). Summers ve ark. rezin modifiye cam iyonomer simanlar ve konvansiyonel rezin adeziv sistemlerinin makaslama bağlanım dirençlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında rezin modifiye cam iyonomer simanların makaslama bağlanım dirençlerinin konvansiyonel rezin adezivlere göre anlamlı oranda daha düşük olduğunu buna rağmen 1,3 yıl sonra iki grup arasında sağkalım oranları arasında anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Sonuçlarına göre rezin modifiye cam iyonomer simanların ağız ortamında kullanılabilir yeterli bağlanımı gösterdiğini ve debonding sonrası diş yüzeyinde kalan rezin modifiye cam iyonomer artıklarının debonding sonrası mine yüzeyinde kalan kompozit artıklarına göre daha kolay temizlendiğini bildirmişlerdir (64). Rezin modifiye cam iyonomerlerin flor salabilme özellikleri olduğu bildirilmiştir (65).

2.5. Diş Çürükleri

Diş çürükleri en sık karşılaşılan ve önlenebilir çocukluk çağı hastalıklarındandır (66, 67). Erken dönemlerinde durdurulabilir ve iyileştirilebilir bir

durumken düzgün bakımı yapılmayan diş çürükleri diş tamamen parçalana kadar devam edebilir. Günlük diyetle alınan karbonhidratların ağız florasında bulunan bakteriler tarafından asidik yan ürünlere dönüştürülmesi ve bu ürünlerin diş sert dokusunda yıkıma sebep olmasıyla ortaya çıkar (68). Diş çürükleri ağız ortamındaki asidojenik bakteri popülasyonu, tükürük akışı ve içeriğine, diyetle alınan şekere, ağız hijyenine verilen öneme ve ortamda bulunan florür miktarına bağlı multifaktoriyel bir hastalıktır (69).

Diş çürükleri temelde basit bir süreç olarak gözüktüğü de detaylara indiğimiz zaman karmaşık bir süreçtir. Özet olarak çürük mekanizması aşağıdaki adımlar olarak tanımlanabilir.

1. Asidojenik (asit üreten) oral plak bakterileri ağız yoluyla alınan karbonhidratları fermente ederek formik asit, laktik asit, asetik asit ve propiyonik asit gibi organik asitleri üretir.

2. Ortamda oluşan organik asitler mineye, dentine ya da semente nüfuz ederek mineral kristallerini (karbonatlı hidroksiapatitlerden oluşanları) kısmen çözer (70).

3. Kalsiyum ve fosfat mineralleri diştan uzaklaşır (demineralizasyon) ve bu süreç devam ettikçe diş yüzeyinde önce mikroskobik sonrasında makroskobik değişimler gözlenir.

4. Demineralizasyon süreci tersine çevrilebilir bir süreçtir. Ortamdan asit uzaklaştığında florür yardımı ile kalsiyum ve fosfatın kaviteleşmemiş lezyonlarda, asit atağıyla mineral kaybetmiş kristallere tekrar bağlanması sağlanabilir (remineralizasyon).

5. Genel olarak demineralizasyon ve remineralizasyon süreci gün içinde birden çok kez meydana gelir. Bu süreç diş yüzeyinde tamir ve yıkım olaylarının dinamik bir şekilde devam ettiğini gösterir.

6. Demineralizasyon üstün gelirse etkilenen dişte progresif olarak çürük oluşumu gözlenir (67, 71).

2.5.1. Beyaz nokta lezyonları

Beyaz nokta lezyonları çürük lezyonunun çıplak gözle gözlenebilen ilk işareti olarak tanımlanabilir (72). Diş kurutulduğunda daha belirginleşen opak, beyaz, tebeşirimsi bir görünüme sahip beyaz nokta lezyonları minenin mineral kaybının sebep olduğu optik bir fenomendir (7). Beyaz nokta lezyonları literatürde “başlangıç çürüğü” ya da “düz yüzey çürüğü” olarak isimlendirilmektedir (73).

Ağızda braket ve bantları bulunan ortodonti hastaları yüksek çürük riski altındadır. Asidojenik bakteriler ortodontik ataçmanların çevresinde kolaylıkla yaşayabilir (74). Dişlerin servikal kenarları, özellikle yapıştırma ajanının ulaşmadığı veya zamanla yapıştırma ajanının kaybedildiği ortodontik bant ve diş arasında, ortodontik braketlerle adeziv rezin ve adeziv rezin ile diş arasındaki boşluklarda biriken plak bu bakteriler için uygun ortamları oluşturur (75).

Ortodontik ataçmanlar ağızda bulunan plak miktarında artışa sebep olmakla beraber ağız ortamındaki bakteri popülasyonunu fiziksel olarak değiştirdiğini ve fakültatif bakteri popülasyonunu arttırdığını gösteren çalışmalar da vardır (76, 77).

Ortodontik braketlerin yapıştırılması ya da sökülmesinden sonra kalan kompozit rezin artıkları ve minede kullanılan asitle pürüzlendirme yöntemleri de beyaz nokta lezyonları için risk faktörü olarak düşünülmektedir (78).

Yaygın olarak beyaz nokta lezyonları (white spot lesion, WSL) olarak adlandırılan yeni başlayan çürük oluşumu, sabit ortodontik tedavinin estetik olmayan, sıklıkla görülen bir yan etkisidir (5). Beyaz nokta lezyon gelişimi çok hızlı süreçtir. Gözle görülebilir beyaz nokta lezyonları florür yokluğunda deneysel olarak 4 hafta içinde, yani bir klinik randevu ile bir sonraki randevu arasındaki süre içerisinde indüklenebilir (5). Her ne kadar sabit ortodontik tedavi hastalarına oral hijyen eğitimi verilmesi, hastaların motivasyonlarının artırılması ve oral hijyenin önemi vurgulansa da günümüzde ortodontik uygulamaları ile beyaz nokta lezyonları arasında ciddi bir ilişki vardır (8). Yapılan çalışmalarla sabit ortodontik tedavi görmekte olan hastalarda, beyaz nokta lezyonlarının prevalansı %2 ile %97 arasında değişmekte olduğu gösterilmiştir (7, 79-82). Kantitatif Işık Floresans (QLF) yöntemini kullanan çalışmalar çıplak gözle yapılan çalışmalara göre beyaz nokta lezyonlarının

prevalansının daha yüksek olduğunu belirtmektedir (%97) (81). Ortodontik tedaviye başladıktan sonra gözle görülebilir yeni beyaz nokta lezyonlarının oluşmasının %30 ile %70 arasında değiştiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (75, 82-85).

Ortodontik tedavi süresi ve cinsiyetin beyaz nokta lezyonları oluşumu üzerine bir etkisi olup olmadığı konusunda yapılan çalışmalarda bir fikir birliği sağlanamamıştır. Tedavi süresinin etkisinin olmadığını söyleyen (7) buna karşılık tedavi süresi uzadıkça beyaz nokta lezyonlarının arttığını söyleyen (75) çalışmalar mevcuttur. Cinsiyetin etkisi bakımından kadınlarda (7) daha sık görüldüğünü belirten buna rağmen cinsiyete bağlı olmadığını (86) belirten çalışmalar da vardır.

Yapılan çalışmalar gösteriyor ki beyaz nokta lezyonlarına en sık maksiler lateral kesiciler ve mandibular birinci molarlarda rastlanmaktadır (7, 86). Görülme sıklığı bakımından bu dişleri mandibular ikinci premolarlar ve maksiler kaninler takip etmektedir (82, 87).

Lingual braketlere kıyasla bukkal braketlerde beyaz nokta lezyonu insidansları arasında bir fark olup olmadığının araştırıldığı bir çalışmada, bukkal braket kullanılan hastalarda lingual braketli hastalara göre 4,8 kat daha fazla beyaz nokta lezyonu görülmüştür (88). Bu durumun ortaya çıkmasında dilin temizleme yeteneği ve tükürük ulaşımının daha kolay olması düşünülmektedir (88).

2.5.1.1. Beyaz nokta lezyonları klinik sınıflaması

Diş çürüklerinin ve diş çürüğünün ilk belirtisi olan beyaz nokta lezyonlarının ne kadar ilerlediğini ve şiddetini belirlemek için sınıflandırmalar yapılmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü çürük lezyonlarını, derinlik ve biçimlerine göre 4 kategoride sınıflamaktadır (89);

D1: Klinik olarak belirlenebilen ve kavite göstermeyen mine lezyonları

D2: Klinik olarak belirlenebilen mineyle sınırlı kavite gösteren lezyonlar

D3: Klinik olarak belirlenebilen dentin lezyonları

D4: Pulpaya ulaşmış derin lezyonlar.

Beyaz nokta lezyonları dünya sağlık örgütünün sınıflamasına göre D1 kategorisinde kabul edilebilir.

Curzon ve Spector başlangıç çürüklerini görsel büyüklüklerine göre 0'dan 3'e kadar sınıflandırılmıştır (90);

Sınıf 0: Diş yüzeyinde opasitenin olmadığı veya 1 mm'den daha az opasite olduğu,

Sınıf 1: Diş yüzeyinde opasitenin 1/3'lük alanı kapsadığı,

Sınıf 2: Diş yüzeyinde opasitenin 1/3'ü ile 2/3'lük alanı kapsadığı,

Sınıf 3: Diş yüzeyinde opasitenin 2/3'ten daha geniş bir alanı kapsadığı durumlar.

Sınıflandırmalardan bağımsız olarak beyaz nokta lezyonları fark edildiği takdirde zaman kaybetmeden harekete geçilmelidir.

2.6. Çürük Tanı Yöntemleri

Beyaz nokta lezyonlarının doğası gereği başlangıç çürükleri olması ve alınacak önlemlerle girişimsel tedaviye gerek kalmadan elimine edilebilmesi sebebiyle doğru ve erken tanısı hayati öneme sahiptir.

Çürük tanı yöntemlerini geleneksel ve güncel yöntemler olarak ayrılmaktadır. Geleneksel yöntemler görsel tanı, sond ile muayene ve radyografik muayene başlıkları altında; Güncel yöntemler ise dijital radyografi, lazer floresans, elektriksel iletkenlik ölçümü, kantitatif ışık floresans, fiber optik transillüminasyon ve ultrasonografi başlıkları altında sınıflandırılabilir (91).

2.6.1. Görsel tanı

Ortodonti öncesi mevcut beyaz nokta lezyonlarının tanımlanması tedavi ve risk değerlendirme sürecinin önemli bir parçasıdır. Ortodontik tedavi öncesinde bu tür lezyonların varlığı kayıt altına alınmalı ve bu lezyonların ortodontik tedavi sürecinde risk faktörünü arttırdığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Beyaz nokta lezyonlarının diş yüzeyinde bir kayıp gözlenmeksizin sağlıklı mineye göre daha opak, tebeşirimsi bir görünüme sahiptir. Bu görünüm diş kurutulduğunda daha da belirginleşir. Beyaz nokta lezyonlarının gelişimsel mine defektinden ayırıcı tanısının yapılabilmesi önemlidir. Aralarındaki ayırıcı tanı beyaz nokta lezyonlarının kurutulduğunda çok daha belirgin hale gelmesi iken gelişimsel mine defektlerinde dişin nemli ve kuru olduğu durumlarda görsel farklılık minimaldir. Sağlıklı mine ile düzensiz sınırları bulunan ve simetrik izlenen beyazımsı-sarımsı renklere sahip lezyonlar genellikle florozis olarak tanımlanabilirken, diğer mine opasiteleri sağlıklı mine ile olan sınırları net görülebilen rastgele dağılımlardır (92).

Diş hekimleri tarafından günümüzde en sık kullanılan yöntem olmasına rağmen çoğu zaman lezyonlar gözden kaçırılmaktadır bu durum lezyonların ilerlemesine yol açmaktadır. Görsel tanının hassasiyeti düşüktür (93).

2.6.2. Sond ile muayene

Beyaz nokta lezyonları ya da diğer çürüklerin teşhisinde sond ile muayene geçmişte yapılmış olsa da günümüzde etik görülmemektedir. Sond ile muayene sonucunda mine dokusuna zarar verip remineralizasyon şansını ortadan kaldırabilir, ağız içerisinde karyojenik bakterilerin başka alanlara taşınmasına aracılık olabilir ve çürük ilerleme hızını arttırabilir (94). Sivri uçlu geleneksel sondlar yerine künt uçlu sondlar kullanılabilir (95).

2.6.3. Radyografik muayene

Radyografiler, X ışınlarının tıpta kullanımının keşfi ile özellikle diş hekimleri tarafında rutin muayene tekniklerinden biri olarak kullanılmaktadır. Çürük dişlerde oluşan mineral kaybı sağlıklı dişlere göre radyograflarda densite farklılığı oluşturmakta, bu durum çürük lezyonun teşhisini kolaylaştırmaktadır. Fakat radyografda lezyonun görülebilmesi için en az demineralizasyonun %40 ile %60 arasında olması gerekmektedir (96). Bu yüzden bu tekniğin başlangıç çürükleri ve beyaz nokta lezyonları teşhisinde kullanım alanı yoktur.

2.6.4. Dijital Radyografi

Dijital ortamda pixellere ayrılmış radyogramlarla yapılan incelemede çürük teşhisi kolaylaşmaktadır (97). Bu yöntem ile alınan iyonize ışın geleneksel radyogramlara göre azaltılmış ve görüntünün kopyalanması ve arşivlenmesi kolaylaştırılmıştır. Dijital radyografinin kavite oluşmamış çürüklerde etkili bir yöntem olduğu belirtilmiştir (89).

2.6.5. Lazer Floresans

Floresans tanım olarak belirli bir dalga boyundaki ışığın üzerine tutulan madde tarafından emilerek enerjisi azalmış daha uzun bir dalga boyunda geri ışınmasıdır. Teknik sağlam ve çürük minenin floresans yeteneğinin farkına dayanır. İlk olarak 1982 yılında Bjakhagen tarafından 488nm dalga boyunda argon lazer kullanılarak çürük teşhisi literatürüne eklenmiştir (98). Günümüzde en bilineni DIAGNOdent (DIAGNOdent, KaVo, Biberach, Germany) cihazıdır. DIAGNOdent cihazı 665nm dalga boyunda lazer diyota ve diştten yansıyan ışık için minimum 680nm dalgaboyu algılayan fiber optik kablolarla sahip bir cihazdır (99). Cihaz mineden yansıyan ışığa bağlı olarak kullanıcıya sayısal bir değer vermektedir. Lazer sistemi DIAGNOdent'in,

oklüzal bölgelerde (A ucu) ve pürüzsüz yüzeylerde (B ucu) kullanılır. Staudt ve ark. (100) bu tekniğin beyaz nokta lezyonu teşhisinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

2.6.6. Elektriksel iletkenlik ölçümü

Sağlam diş ve çürük lezyonlarının farklı elektriksel iletkenlik gösterdiği ilkesine dayanır (89). Gözle görülmeyen ve madde kaybı olmayan demineralize mine dokuda bile elektrik iletkenliği değişmektedir. Bu iletkenlik değişikliği sayesinde sadece demineralizasyonun olduğu durumlarda bile bu teknik kullanılabilir (101). Ölçüm için diş ile direkt temas eden bir prob kullanılır. Electronic Caries Monitor (ECM, Lode Diagnostic, Groningen, ECR, The Netherlands) ve Caries Meter L (Caries Meter L, Onuki Dental Co. Ltd, Japan) elektriksel iletkenliği prensibine göre çalışan cihazlara örnektir (102).

2.6.7. Fiber Optik Transillüminasyon (FOTI)

Fiber optik transillüminasyon yöntemi güçlü beyaz ışığın fiber optik kablo yardımıyla dişe ulaştırılması ve ışığın dişte oluşturduğu yansıma, dağılım ve saçılma göre dişin değerlendirilmesi prensibine dayanır (103). Demineralize alanlar sağlam mineye göre daha koyu görünür (104). Fiber optik transillüminasyonunun görsel olarak yapılması ve gözlemciler arasındaki farklılığın değerlendirmeyi olumsuz etkilemesi sebebiyle FOTI yöntemine dijital bir kamera eklenerek Dijital Fiber Optik Transillüminasyon (DIFOTI) (Digital Imaging Fiber Optik Transillüminasyon, Electro-Optical Sciences, Irvington, New York) cihazı geliştirilmiştir (96, 103). Geleneksel radyografinin yeterli olmadığı başlangıç çürükleri teşhisinde etkilidir (96). Hem oklüzal hem de düz yüzeyler için geliştirilmiş iki farklı tipi vardır. Lezyonların derinliğinin belirlemede yetersiz olmasına rağmen proksimal çürük tespitinde iyi sonuçlar vermektedir (103).

2.6.8. Kantitatif Işığ Floresans (QLF)

Maksimum 404 nm dalga boyunda yoğun mavi ışık üreten bir ışık cihazı ve dıştan geri yansıyan ışığı toplayan kamera ile modifiye edilmiş bir ağız aynasından oluşan bir sistemdir. Kamera minimum 520 nm dalga boyundaki ışığı alacak şekilde filtrelenmiştir (105). Cihazın çalışma şekli sağlıklı mine yapısı ile mineralizasyonu bozulmuş minenin ışığı farklı dalga boylarında ve farklı oranlarda yansıtması mantığına dayanır. Mineral kaybına uğramış mine alanlarında cihazdan gelen ışığın saçılması artar ve bu alanların floresans özelliği azalır (106). Kantitatif ışık floresansı konvansiyonel çürük belirleme yöntemlerine göre kavitasyonu oluşmamış lezyonların tespitinde yaklaşık iki kat daha etkili olduğu belirtilmiştir (106). Özel yazılımlar ile yapılan görüntü analizi sonucunda lezyon üzerindeki ortalama floresans kaybı (%), lezyondaki maksimum floresans kaybı (%) ve lezyon alanı (mm²) elde edilebilir (105). Cihaz yardımıyla alınan görüntüler ve ölçümlerin kıyaslanması ile hastanın beyaz nokta lezyonları ve ağız hijyeni takibi kolaylıkla yapılabilir.

2.6.9. Ultrasonografi

Ultrasonografi cihaz tarafından üretilen yüksek frekanstaki dalgaların (1-20 MHz) prob yardımıyla incelenecek dokuya veya materyale gönderilmesi ve tekrar prob aracılığıyla yansıyan dalgaların toplanarak incelenmesi prensibine dayanır (107, 108). Prob tarafından algılanan dalgalar, elektriksel uyarılara dönüştürülür ve bir katot ışın tüpünün ekranında incelenen dokunun veya materyalin ekoları olarak görülür. Sağlam ve demineralize mine dokusu arasında eko farklılıkları görülmektedir (107).

Ultrasonografinin erken çürük teşhisinde iyi sonuçlar verdiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (107, 108).

2.7. Amaç

Sunulan çalışmanın amacı, çekilmiş insan üst birinci küçük azı dişlerine üç farklı tip ortodontik yapıştırma ajanı kullanılarak yapıştırılan metal braketlerin çevresinde, yapay karyojenik süspansiyon ortamında bekletilerek oluşturulan mine demineralizasyonlarının bir lazer floresans yöntemi olan DIAGNOdent pen ile ölçülerek değerlendirilmesi ve karşılaştırılması amaçlanmaktadır.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Örneklerin Hazırlanması ve Braketlerin Yapıştırılması

Yapılan çalışma, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na başvuran ve ortodontik tedavi amacıyla çekilen 60 adet üst birinci küçük azı dişleri kullanılarak yapıldı. Yapılan çalışma için, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 09/02/2022 tarih ve 2022/03 karar no'lu etik kurul onayı alındı (Ek 1. Etik Kurul Onayı).

Çalışmaya dahil edilen dişlerin çürük, dolgu, restorasyon içermemesine, mineleri üzerinde çatlak, kırık, davye izi olmamasına ve florozisli olmamasına dikkat edildi (109-111). Dişlerin çekilmiş olduğu hastanın yaşı, cinsiyeti ve dişin çekildiği kadrın göz ardı edildi.

Dişler çalışma zamanına kadar %0,1'lik timol solüsyonu içerisinde bekletildi (112). Solüsyon ayda bir yenilendi. Solüsyon içerisinde bekletilen dişler karanlık ortamda ve oda sıcaklığında saklandı. Çalışma için 60 üst birinci küçük azı dişi, her bir grup 20 adet diştten oluşmak üzere üç gruba ayrıldı. Tüm dişlere Gemini metal (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) braketler yapıştırıldı. Braketler:

Grup 1'de; Transbond XT Primer + Transbond XT Light Cure Adhesive (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) (Şekil 1),

Grup 2'de; GC Ortho Connect Light Cure Adhesive (GC Crop, Tokyo, Japan) (Şekil 2) ve

Grup 3'te; Transbond™ Plus Self Etching Primer (Şekil 3) + Transbond XT Light Cure Adhesive (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) yapıştırma ajanları kullanılarak yapıştırıldı.

Braketleme öncesi dişlerin mine sement sınırı boyunca su soğutması altında separe disk (Frank Dental GmbH, Gmund am Tegernsee, Almanya) yardımıyla diş kronları köklerinden ayrıldı. Kesi sonrası açığa çıkan pulpa odaları sond yardımıyla temizlendi ve pulpa odaları Nova Compo SF (IMICRYL, Konya, Türkiye) akışkan kompoziti ile dolduruldu (113). Akışkan kompozitin polimerizasyonu için 20 saniye (sn) boyunca ışık yoğunluğu 1200 mW/cm² ve 440-480 nm dalga boyunda ışık üreten

3M ESPE Elipar S10 (3M ESPE Dental Products) ışık kaynağı kullanıldı (Şekil 4). Braketleme öncesinde diş yüzeyindeki tüm eklentiler uzaklaştırıldı. Dişlerin bukkal ve palatinal yüzeyleri pomza ile yavaş hızda hava soğutmalı mikromotor ile temizlendi (Şekil 5).

Çalışmada;

Grup 1’de; braketlerin konumlandırılacağı bukkal mine yüzeylerine asitle pürüzlendirme için %37’lik ortofosforik asit jeli (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) 30 saniye boyunca uygulandı. Asitle pürüzlendirme sonrası mine yüzeyi 15 sn boyunca yıkandı ve 15 sn boyunca kurulandı. Tebeşirimsi görüntü elde edildikten sonra, Transbond XT Primer (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) dişin braketlerin konumlandırılacağı bukkal yüzeyinin insizo-gingival ve mezio-distal olarak merkezine ince bir tabaka halinde uygulandı. Daha sonra, Transbond XT Light Cure Adhesive Pasta (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) yüklenmiş braketler dişlere doğru pozisyonda dikkatlice yerleştirildi.

Grup 2’de; braketlerin konumlandırılacağı bukkal mine yüzeylerine asitle pürüzlendirme için %37’lik ortofosforik asit jeli (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) 30 sn boyunca uygulandı. Asitle pürüzlendirme sonrası bu alan 15 sn boyunca yıkandı ve 15 sn boyunca kurulandı. Tebeşirimsi görüntü elde edildikten sonra, GC Ortho Connect Light Cure Adesive (GC Crop, Tokyo, Japan) pasta yüklenmiş braketler dişlere doğru pozisyonda dikkatlice yerleştirildi.

Grup 3’te; braketlerin konumlandırılacağı plak içermeyen temiz mine yüzeylerine Transbond Plus Self Etching Primer (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) dişin braketlerin konumlandırılacağı bukkal yüzeyinin insizo-gingival ve mezio-distal olarak merkezine ince bir tabaka halinde uygulandı. Sonra hava şırıngası ile yüzeye hafifçe hava uygulandı. Daha sonra, Transbond XT Light Cure Adhesive Pasta (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) yüklenmiş braketler dişlere doğru pozisyonda dikkatlice yerleştirildi.

Tüm gruplarda braket yerleştirilmesi sırasında taşan artık adeziv sond yardımıyla uzaklaştırıldı ve adeziv pasta polimerizasyonu için ışık yoğunluğu 1200 mW/cm² ve dalga boyu 440-480 nm olan 3M ESPE Elipar S10 (3M ESPE Dental Products) ışık kaynağı kullanıldı. Polimerizasyon sırasında 10’ar sn mezial ve distalden toplam 20 sn ışık uygulanarak polimerizasyon tamamlandı. Çalışmada kullanılan materyaller araştırmacılar tarafından temin edildi. Çalışmada kullanılan tüm

dişlerin hazırlanması, temizlenmesi, asitle pürüzlendirilmesi ve yapıştırılması aşamaları tek araştırmacı (RMD) tarafından yapıldı.



Şekil 1: Transbond XT primer ve Transbond XT Light Cure Adesiv pasta (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya)



Şekil 2: GC Ortho Connect Light Cure Adesiv pasta (GC Crop, Tokyo, Japan)



Şekil 3: Transbond™ Plus Self Etching Primer (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya)



Şekil 4: 3M ESPE Elipar S10 ışık kaynağı (3M ESPE Dental Products)



Şekil 5: Braketleme öncesi separe yardımıyla kökleri uzaklaştırılmış dişler

3.2. T0 Ölçümlerinin DIAGNOdent pen ile Yapılması

Çalışmada kullanılan DIAGNOdent pen (Şekil 6) (KaVo, Biberach, Almanya) cihazı, ölçümler öncesinde cihaz ile verilen kalibrasyon diski yardımıyla üretici talimatları doğrultusunda kalibre edildi. Kalibrasyon işlemi sırasında düz yüzeyler için tasarlanmış B ucu takıldıktan ve cihaz kalibrasyon modunda iken referans disk üzerinde uç dik olacak şekilde yerleştirildi. Kalibrasyon ölçümü uyarı sesi kesilinceye kadar (yaklaşık 1-2 sn) cihazın ölçüm ucu kalibrasyon diski üzerinde bekletildi. Diskin üzerindeki referans değeri ile cihazın ekran üzerindeki kalibrasyon ölçüm sonucu

örtüştüğünde (± 3) kalibrasyon tamamlandı (114). Her diş için ölçüm öncesinde cihaz kalibre edildi.

Braketlerin çevresindeki oklüzal, gingival ve proksimal mine yüzeylerindeki kalibrasyon sırasında kullanılan B ucu ile bu yüzeylere dik tutularak ölçümler yapıldı. Oklüzal ve gingival yüzeylerde ileri-geri, proksimal yüzeylerde aşağı-yukarı DIAGNOdent pen'in B ucu 3-4 kez gezdirildikten sonra cihazın ekranında okunan değer T0 olarak kaydedildi (99, 115). Mezial ve distal proksimal yüzeylerde yapılan ölçümlerin ortalaması alınarak her diş için tek bir proksimal demineralizasyon değeri olarak kaydedildi. Ölçümler tek bir araştırmacı (RMD) tarafından yapıldı.



Şekil 6: DIAGNOdent pen (KaVo, Biberach, Almanya)

3.3. Yapay Tükürük ve Karyojenik Süspansiyonun Hazırlanması

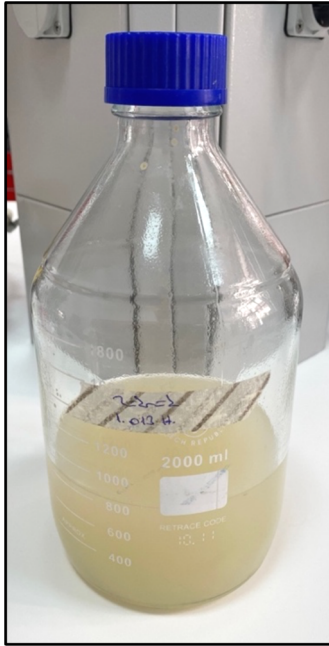
Yapay tükürük, 1000 ml deiyonize su içinde;

- 0,4 g Sodyum klorür (NaCl)
- 0,4 g Potasyum klorür (KCl)
- 0,8 g Kalsiyum klorür ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- 0,78 g Sodyum di hidrojen fosfat ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- 0,005 g Sodyum Sülfat ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)
- 1 g Üre (116)

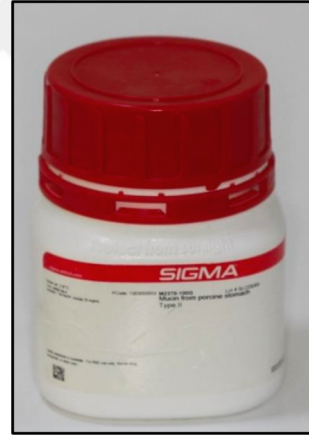
Formülüne uygun olarak Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı laboratuvarında hazırlandı (Şekil 7). Hazırlanan yapay tükürük çözeltisi otoklav yardımıyla sterilize edildikten sonra her 100 ml yapay tükürük çözeltisi için 140 mg müsün (Müsün Type II; SigmaAldrich Chemie GmbH,

Deisenhofen, Germany) eklendi (Şekil 8). Müsin eklenerek pelikl formasyonu oluşumunu hızlandırmak hedeflendi (117).

Karyojenik süspansiyonun hazırlanması için Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı laboratuvarlarında stok kültürden kanlı agarda inkübe edilen *Streptococcus mutans* kültürü kullanıldı (Şekil 9). Çubuk yardımıyla besiyerinden alınan bakteriler ile brain heart infüzyon broth (Şekil 10) içerisinde 0,5 McFarland (10^8 cfu/ml) bulanıklığa (Şekil 11) eş değer bakteri süspansiyonu hazırlandı. Sükroz solüsyonu 1gr/10ml distile su olacak şekilde hazırlandı ve 0.22 µm'lik steril şırınga filtresinden geçirildi. Her 49 ml yapay tükürük çözeltisi için hazırlanmış olan 0,5 ml sükroz solüsyonu ve 0,5 ml bakteri süspansiyonu eklenerek 10^6 cfu/ml bulanıklığında yapay karyojenik süspansiyon elde edildi (118).



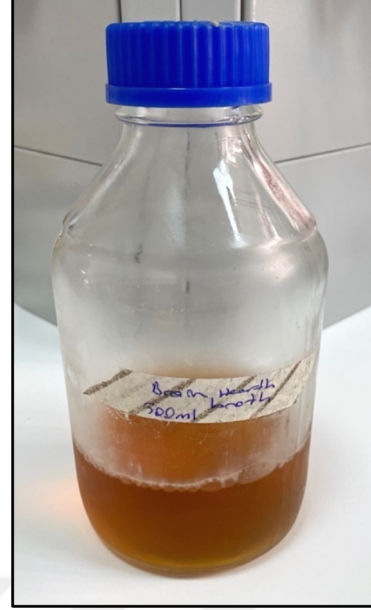
Şekil 7: Yapay tükürük solüsyonu



Şekil 8: Müsin (Müsin Type II; SigmaAldrich Chemie GmbH, Deisenhofen, Germany)



Şekil 9: *Streptococcus mutans* kültürü



Şekil 10: Brain heart infüzyon broth

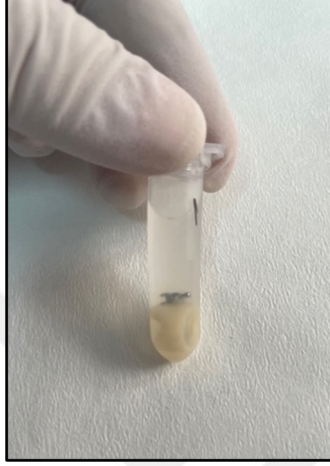


Şekil 11: DensiCHEK plus cihazı (mikroorganizma yoğunluğu ölçüm cihazı)

3.4. Deney Ortamının Hazırlanması

Hazırlanan diş örnekleri ve kullanılacak U tabanlı santrifüj tüpleri kontaminasyonu engellemek için otoklav yardımıyla steril edildi. Her diş örneği bir tüpe yerleştirildi. Tüplerin içerisine pipet yardımıyla 2'şer ml yapay karyojenik süspansiyon eklendi (Şekil 12). Tüpler bir tray üzerinde Thermolyne Maxi-Mix III Type 65800 Rotary Shaker (Thermo Scientific, Iowa, USA) cihazına yerleştirildi ve dönüş hızı 20 rpm olarak ayarlandı. Bu şekilde yapay karyojenik süspansiyonun homojen olarak tüm dişlerle etkileşimi hedeflendi. Hazırlanan düzenek %10 CO₂

atmosfer koşullarındaki 37 °C'deki etüv içerisinde 28 gün inkübe edildi (119) (Şekil 13). İnkübasyon süresince yapay karyojenik süspansiyon ve kullanılan U tabanlı santrifüj tüpleri 48 saatte bir yenilendi (119). 28 gün sonunda dişler süspansiyon ortamından çıkarıldı ve distile su ile yıkandı.



Şekil 12: Etüve yerleştirilmeye hazır çalışma örneği



Şekil 13: Thermolyne Maxi-Mix III Type 65800 Rotary Shaker (Thermo Scientific, Iowa, USA) cihazına üzerinde etüve yerleştirilen örnekler

3.5. T1 Ölçümlerinin DIAGNOdent pen ile Yapılması

28 günün sonunda braketlerin çevresindeki oklüzal, gingival ve proksimal mine yüzeylerindeki mine demineralizasyonları, DIAGNOdent pen ile yeniden ölçüldü. Elde edilen veriler T1 ölçüm değerleri olarak kaydedildi.

3.6. İstatistiksel değerlendirme

Çalışmada elde edilen verilerin, istatistiksel analizleri için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 28.0 (SPSS Inc., Chicago, IL USA) programı kullanıldı.

Tanımlayıcı istatistikler için ortalama, standart sapma, medyan, minimum, maksimum değer frekans ve yüzde kullanıldı. Verilerin homojen dağılıp dağılmadığı Kolmogorov-Simirnov testiyle değerlendirildi. Grup içi karşılaştırmada Wilcoxon testi uygulanırken, gruplar arası karşılaştırmada Mann-Whitney U ve Kruskal-Wallis testleri uygulandı. Anlamlılık seviyesi $p \leq 0,05$ olarak alındı.



4. BULGULAR

4.1. Brakete Komşu Gingival Mine Yüzeyindeki Demineralizasyon Bulguları

Tüm gruplarda T0 dönemi brakete komşu gingival mine yüzeyi demineralizasyon değeri, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedi ($p>0,05$) (Tablo 1, Tablo 2).

Tüm gruplarda T1 dönemi brakete komşu gingival mine yüzeyi demineralizasyon değeri, T0 dönemine göre istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi ($p\leq 0,05$) (Tablo 1, Tablo 2).

Tüm gruplarda T1 dönemi brakete komşu gingival mine yüzeyi demineralizasyon değeri, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedi ($p>0,05$) (Tablo 1, Tablo 2).

Tüm gruplarda T0/T1 döneminde brakete komşu gingival mine yüzeyi demineralizasyon değerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedi ($p>0,05$) (Tablo 1, Tablo 2).

Brakete komşu gingival mine yüzeylerinin demineralizasyon değerlerindeki artış Grup 1’de en fazla, Grup 3’te en az görüldü, fakat bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 1, Tablo 2).

Tablo 1: T0, T1, T0/T1 dönemlerinde braketlere komşu gingival mine yüzeyindeki demineralizasyon bulguları

		Grup 1	Grup 2	Grup3	p
Gingival					
T0	Ort±ss	2,70 ± 0,57	2,80 ± 0,41	2,80 ± 0,52	0,721 ^K
	Medyan	3,00	3,00	3,00	
T1	Ort±ss	10,30 ± 1,49	10,20 ± 1,89	9,95 ± 0,83	0,755 ^K
	Medyan	10,00	10,00	10,00	
T0/T1 değişimi	Ort±ss	7,60 ± 1,70	7,40 ± 1,81	7,15 ± 1,46	0,780 ^K
	Medyan	7,50	7,00	7,00	
Grup İçi Farklılık p		0,000^w	0,000^w	0,000^w	

^K Kruskal-Wallis, ^w Wilcoxon test

T0 Karyojenik ortama yerleştirilmeden önce

T1 Karyojenik ortama yerleştirdikten 28 gün sonra

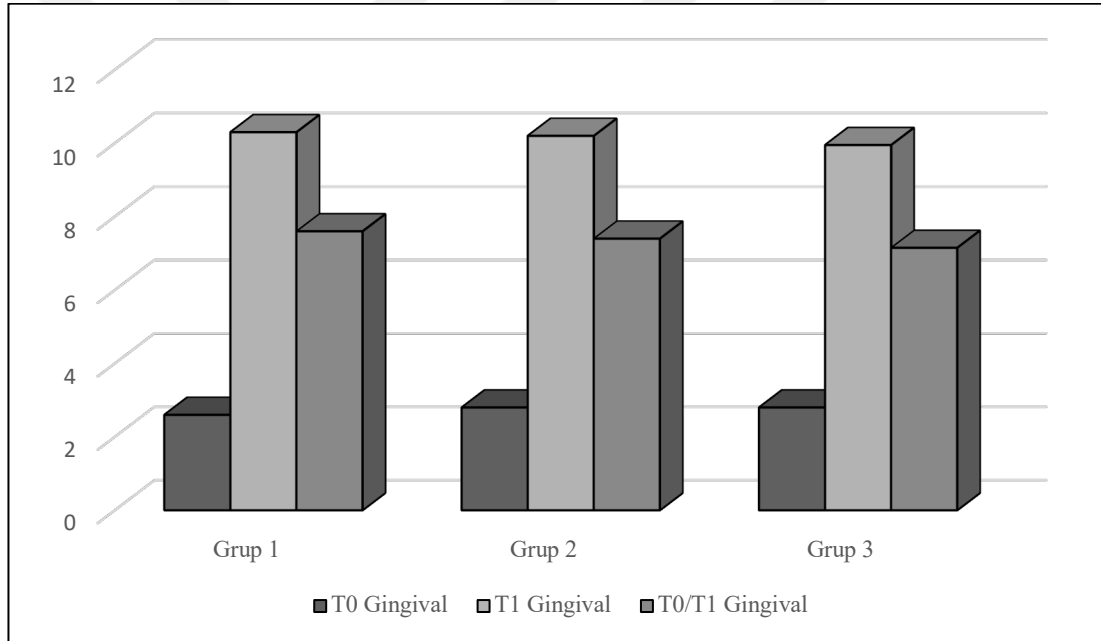
Ort; Ortalama, SS; Standart sapma, ($p \leq 0,05$); Anlamlılık değeri

Tablo 2: T0, T1, T0/T1 dönemlerinde braketlere komşu gingival mine yüzeylerindeki demineralizasyon bulgularının gruplar arası karşılaştırmalı istatistik sonuçları

	Grup 1/Grup 2	Grup 1/Grup 3	Grup 2/Grup 3
Gingival			
Gruplar arası farklılık	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>
T0	0,496 ^u	0,589 ^u	0,943 ^u
T1	0,814 ^u	0,632 ^u	0,671 ^u
T0/T1 değişimi	0,640 ^u	0,476 ^u	0,877 ^u

^u Mann-whitney u test
T0 Karyojenik ortama yerleştirilmeden önce
T1 Karyojenik ortama yerleştirdikten 28 gün sonra
(*p* ≤0,05); Anlamlılık değeri

Grafik 1: T0, T1, T0/T1 dönemlerinde brakete komşu gingival mine yüzeyindeki demineralizasyonun ortalama değerleri



T0 Karyojenik ortama yerleştirilmeden önce
T1 Karyojenik ortama yerleştirildikten 28 gün sonra

4.2. Brakete Komşu Oklüzal Mine Yüzeyindeki Demineralizasyon Bulguları

Tüm gruplarda T0 dönemi brakete komşu oklüzal mine yüzeyi demineralizasyon değeri, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedi (*p*>0,05) (Tablo 3, Tablo 4).

Tüm gruplarda T1 dönemi brakete komşu oklüzal mine yüzeyi demineralizasyon değeri, T0 dönemine göre istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi ($p \leq 0,05$) (Tablo 3, Tablo 4).

Grup 1 ve Grup 2’de T1 dönemi brakete komşu oklüzal mine yüzeyi demineralizasyon değeri, Grup 3’e göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış gösterdi ($p \leq 0,05$) (Tablo 3, Tablo 4).

T1 döneminde Grup 1 ve Grup 2’de brakete komşu oklüzal mine yüzeyinde ölçülen demineralizasyon değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. ($p > 0,05$) (Tablo 3, Tablo 4).

Grup 1 ve Grup 2’de T0/T1 döneminde brakete komşu oklüzal mine yüzeyi demineralizasyon değerindeki artış miktarı Grup 3’e göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazla bulundu ($p \leq 0,05$) (Tablo 3, Tablo 4).

Grup 1 ve Grup 2’de T0/T1 döneminde brakete komşu oklüzal mine yüzeyi demineralizasyon değerindeki artış miktarı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedi. ($p > 0,05$) (Tablo 3, Tablo 4).

Grup 2 ve Grup 3’te T0/T1 döneminde brakete komşu oklüzal mine yüzeyi demineralizasyon değerindeki artış miktarı Grup 2’de en fazla ve Grup 3’te en az olmak üzere aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulundu ($p \leq 0,05$) (Tablo 3, Tablo 4).

Tablo 3: T0 ve T1 dönemlerindeki braketlere komşu oklüzal mine yüzeyindeki demineralizasyon değişim bulguları

		Grup 1	Grup 2	Grup3	p
Oklüzal					
T0	Ort±ss	2,55 ± 0,51	2,50 ± 0,51	2,50 ± 0,52	0,936 ^K
	Medyan	3,00	3,00	2,50	
T1	Ort±ss	6,65 ± 0,94	6,70 ± 1,65	5,45 ± 1,45	0,003^K
	Medyan	6,00	7,00	5,00	
T0/T1 değişimi	Ort±ss	4,10 ± 1,17	4,20 ± 1,36	2,95 ± 1,00	0,004^K
	Medyan	4,00	4,00	3,00	
Grup İçi Farklılık p		0,000^w	0,000^w	0,000^w	

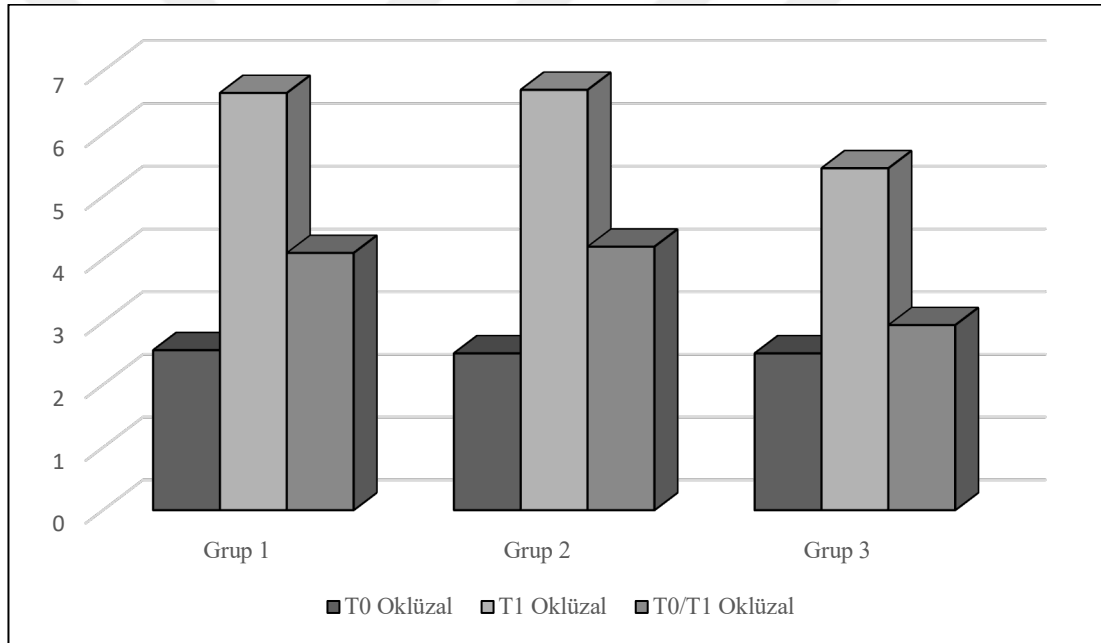
^K Kruskal-Wallis, ^w Wilcoxon test
T0 Karyojenik ortama yerleştirilmeden önce
T1 Karyojenik ortama yerleştirdikten 28 gün sonra
Ort; Ortalama, SS; Standart sapma, ($p \leq 0,05$); Anlamlılık değeri

Tablo 4: T0, T1, T0/T1 dönemlerinde braketlere komşu oklüzal mine yüzeylerindeki demineralizasyon bulgularının gruplar arası karşılaştırmalı istatistik sonuçları

	Grup 1/Grup 2	Grup 1/Grup 3	Grup 2/Grup 3
Oklüzal			
Gruplar arası farklılık	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>
T0	0,755 ^u	0,755 ^u	0,943 ^u
T1	0,967 ^u	0,000^u	0,017^u
T0/T1 değişimi	0,843 ^u	0,004^u	0,005^u

^u Mann-whitney u test
T0 Karyojenik ortama yerleştirilmeden önce
T1 Karyojenik ortama yerleştirdikten 28 gün sonra
(*p* ≤ 0,05); Anlamlılık değeri

Grafik 2: Brakete komşu oklüzal mine yüzeyindeki demineralizasyonun T0, T1 ve T0/T1 değişimi ortalama değerleri



T0 Karyojenik ortama yerleştirilmeden önce
T1 Karyojenik ortama yerleştirildikten 28 gün sonra

4.3. Brakete Komşu Proksimal Mine Yüzeyindeki Demineralizasyon Bulguları

Tüm gruplarda T0 dönemi brakete komşu proksimal mine yüzeyi demineralizasyon değeri, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedi (*p* > 0,05) (Tablo 5, Tablo 6).

Tüm gruplarda T1 dönemi brakete komşu proksimal mine yüzeyi demineralizasyon değeri, T0 dönemine göre istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi ($p \leq 0,05$) (Tablo 5, Tablo 6).

Tüm gruplarda T1 dönemi brakete komşu proksimal mine yüzeyi demineralizasyon değeri, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedi ($p > 0,05$) (Tablo 5, Tablo 6).

Tüm gruplarda T0/T1 döneminde brakete komşu proksimal mine yüzeyi demineralizasyon değerindeki artış miktarı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedi ($p > 0,05$) (Tablo 5, Tablo 6).

Brakete komşu proksimal mine yüzeyi demineralizasyon değerlerindeki artış Grup 2’de en fazla, Grup 3’te en az görüldü, fakat bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0,05$) (Tablo 5, Tablo 6).

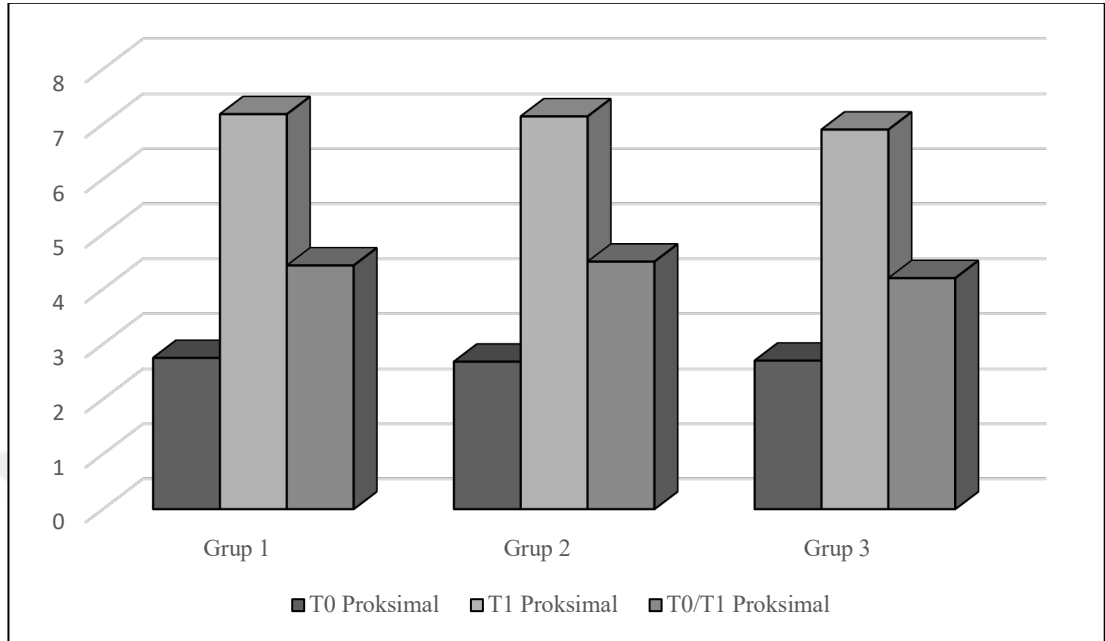
Tablo 5: T0 ve T1 dönemlerindeki braketlere komşu proksimal mine yüzeyindeki demineralizasyon değişim bulguları

		Grup 1	Grup 2	Grup3	p
Proksimal					
T0	Ort±ss	2,75 ± 0,50	2,68 ± 0,41	2,70 ± 0,55	0,759 ^K
	Medyan	3,00	2,50	2,75	
T1	Ort±ss	7,18 ± 1,40	7,14 ± 1,61	6,90 ± 0,97	0,792 ^K
	Medyan	7,00	7,00	7,00	
T0/T1 değişimi	Ort±ss	4,43 ± 1,51	4,50 ± 0,75	4,20 ± 1,10	0,743 ^K
	Medyan	4,50	4,25	4,00	
Grup İçi Farklılık p		0,000^w	0,000^w	0,000^w	
^K Kruskal-Wallis, ^w Wilcoxon test T0 Karyojenik ortama yerleştirilmeden önce T1 Karyojenik ortama yerleştirdikten 28 gün sonra Ort; Ortalama, SS; Standart sapma, ($p \leq 0,05$); Anlamlılık değeri					

Tablo 6: T0, T1, T0/T1 dönemlerinde braketlere komşu proksimal mine yüzeylerindeki demineralizasyon bulgularının gruplar arası karşılaştırmalı istatistik sonuçları

	Grup 1/Grup 2	Grup 1/Grup 3	Grup 2/Grup 3
Proksimal			
Gruplar arası farklılık	p	p	p
T0	0,459 ^u	0,592 ^u	0,954 ^u
T1	0,913 ^u	0,442 ^u	0,723 ^u
T0/T1 değişimi	0,989 ^u	0,453 ^u	0,566 ^u
^u Mann-whitney u test T0 Karyojenik ortama yerleştirilmeden önce T1 Karyojenik ortama yerleştirdikten 28 gün sonra ($p \leq 0,05$); Anlamlılık değeri			

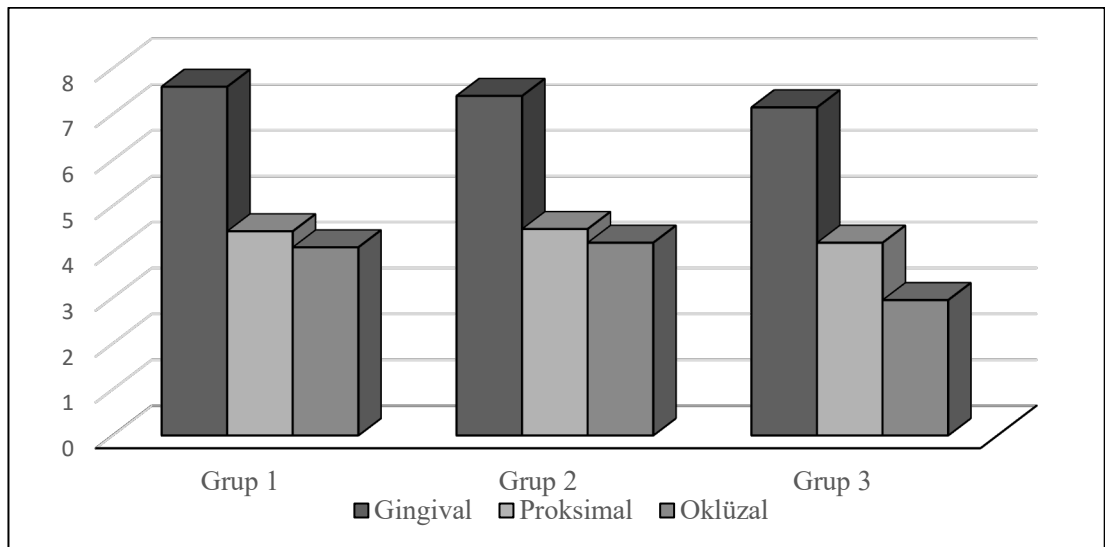
Grafik 3: Brakete komşu proksimal mine yüzeyindeki demineralizasyonun T0, T1 ve T0/T1 değişimi ortalama değerleri



T0 Karyojenik ortama yerleştirilmeden önce
T1 Karyojenik ortama yerleştirildikten 28 gün sonra

Tüm yüzeylerdeki ortalama demineralizasyon miktarları karşılaştırıldığında en fazla brakete komşu gingival yüzeylerde demineralizasyon izlenirken, en az oklüzal yüzeylerde demineralizasyon gerçekleştiği görülmektedir (Grafik 4).

Grafik 4: Brakete komşu tüm yüzeylerdeki ortalama demineralizasyon değerlerindeki değişim miktarları



5.TARTIŞMA

Sabit ortodontik tedavide kullanılan apareylerin yerleştirildiği alanlar genel olarak çürüğe yatkın bölgeler değildir (120, 121). Ortodontik tedavide kullanılan dişlerin üzerine yerleştirilen ortodontik bantlar ve braketler dişlerin düşük çürük prevelansına sahip düz yüzeylerinde plak için yeni tutunma alanları oluşmasına neden olur. Ortodontik tedavi sırasında hastalar ağız hijyenlerine ne kadar dikkat etseler de tedavi sırasında kullanılan sabit fonksiyonel apareyler, ortodontik teller, sarmal yaylar, looplar, yardımcı arklar, ligatürler, zemberekler gibi yardımcı ataşmanlar temizlenmesi ve ulaşılması zor alanlar oluşmasına ve hastaların ağız hijyenlerinin arzu edilen seviyede kalmasına engel olmaktadır (121). Ortodontik ataşmanların düzensiz yüzeyleri oral kaslar ve tükürüğün oluşturduğu doğal temizleme mekanizmasını sınırlamaktadır (122). Bu duruma ek olarak braketlerin yapıştırılması sırasında kullanılan kompozit rezinlerin, braketlerin diş yüzeyine yerleştirilmesinden sonra yeterince temizlenmemesi de brakete komşu diş yüzeylerinde plak için retansiyon alanlarının oluşmasına neden olur. Temizlenmemiş artık kompozitler brakete komşu mine yüzeylerini demineralizasyon için uygun hale getirmektedir (120). Yapılan çalışmada, karyojenik süspansiyon ortamına yerleştirilen ortodontik metal braketlerin oklüzal, gingival ve proksimal plak retantif alanlarında gerçekleşen mine demineralizasyonları karşılaştırılarak değerlendirildi.

Sabit ortodontik tedavi görmekte olan hastaların büyük bir kısmında görülen mine demineralizasyonun ilk klinik bulgusu, diş üzerinde görülebilen süt beyaz rengindeki lezyonların izlenmesidir (7). Bu lezyonlar sabit ortodontik tedavide en sık karşımıza çıkan ve sabit ortodontik tedavinin estetik olmayan yan etkisidir. Bu beyaz nokta lezyonlarının üzerindeki mine dokusu sert ve opaktır. Ortalama iki seans arası kabul edilebilecek 4 hafta gibi bir sürede oluşabilmektedir (121). Literatürde sabit ortodontik tedavi gören hastalarda beyaz nokta lezyonlarının prevalansı %2 ile %97 arasında değiştiği gösterilmiştir (7, 79-82, 122). Güncel tespit yöntemlerini kullanan çalışmalar çıplak gözle yapılan çalışmalara göre beyaz nokta lezyonlarının prevalansının daha yüksek olduğunu belirtmektedir (%97) (81). Ortodontik tedaviye başladıktan sonra gözle görülebilir yeni beyaz nokta lezyonlarının oluşma ihtimalinin %30 ile %70 arasında değiştiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (75, 82-85). Yapılan çalışmada, farklı tip yapıştırma ajanları kullanılarak yapıştırılan braketlerin oklüzal,

gingival ve proksimal mine yüzeylerinde beyaz nokta lezyonu şeklinde başlayan demineralizasyonlar incelenerek karşılaştırıldı.

DIAGNOdent pen cihazında ölçüm skorları demineralizasyonun derecesi hakkında objektif bir bilgi vermektedir. Ölçülen yüzeyden elde edilen skor ne kadar yüksekse o kadar demineralizasyon olduğunu göstermektedir. 10 ve üzeri skorlar beyaz nokta lezyonlarını, 20 ve üzeri skorlar mine çürüğünü, 30 ve üzeri skorlar ise dentin çürüğü olduğunu işaret etmektedir (114). Sunulan çalışmada brakete komşu mine yüzeylerinde T0 döneminde ortalama 2 ile 3 arası DIAGNOdent skorları kaydedilmişken, özellikle brakete komşu gingival yüzeylerde skorların 10'un üzerine çıktığı görülmüştür.

Sabit ortodontik tedavi gören estetik beklentileri yüksek hastalarda beyaz nokta lezyonlarının görülmesi hastanın tedavi sonundaki estetik beklentilerini tam olarak karşılayamamaktadır. Bazı hastalarda yaygın, derin ve geniş çaplı olarak karşımıza çıkabilen beyaz nokta lezyonları ortodontik tedavinin erken sonlandırılmasına neden olabilmektedir (121).

Yapılan literatür incelemesinde minenin remineralizasyon ve demineralizasyonu ile ilgili çalışmalar genel olarak in-vitro çalışmalar olarak karşımıza çıkmaktadır (123, 124). Genellikle in-vitro çalışmalar kolay standardize edilebilirler, çalışmadaki değişkenlerin kontrolü daha kolaydır, ölçümler daha hassas şekilde yapılabilir ve çalışmaların maliyetleri düşüktür. İn-vitro olarak yapılan çalışmalarda her bir değişkenin çalışmaya olan etkisi değerlendirilebilmektedir ve araştırma için seçilen çalışma gruplarının klinik performansını gösteren önemli sonuçlara ulaşılabilir (125, 126). İn-vivo ve in-situ çalışmalarda ise ağız ortamında bulunan kimyasal, mekanik ve termal streslerin elimine edilmesi zorlaşmaktadır. Bu nedenle çalışma sırasında bireysel değişkenleri kontrol etmek güçleşmektedir. Uygulamaların ana başarısızlık nedenleri tam olarak belirlenememektedir (125). Bu faktörler göz önünde bulundurularak sunulan çalışma in-vitro olarak tasarlandı.

Dişlerdeki demineralizasyon sürecinde oral mikrobiyal biyofilmler önemli rol oynamaktadır (127, 128). *Streptococcus mutans*, diş çürüklerinin ana etiyolojik ajanlarından biri olarak kabul edilmektedir (129, 130). *Streptococcus mutans*'ın diyetle alınan karbonhidratları kullanarak asit üretebilmesi, asidik ortamda canlı

kalabilmesi ve polisakkarit hücre duvarı ile mine yüzeyine tutunabilmesi en önemli karakteristik özellikleri arasında sayılabilmektedir (131). Balenseifen ve Madonia (132), yaptıkları çalışmada, ağız içerisinde ortodontik apareylerin bulunmasının intraoral değişikliği uyardığını ve bu değişikliğin tükürük pH değerinde düşüşe, *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus* grubu bakteriler ve bu bakterilerin temel besini olan karbonhidratların artışına sebep olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı çalışmada plak artışı ile her miligram plak başına düşen karbonhidrat ve bakteri konsantrasyonunun da artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu yüzden ortodontik apareylerin ağız içinde bulunmasının dişler üzerindeki plakta mine yüzeyinde demineralizasyonu başlatacak bir pH aralığına ulaşma potansiyelinin daha yüksek olmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Sunulan çalışmada *Streptococcus mutans*'ın karakteristik özellikleri göz önünde bulundurularak *Streptococcus mutans* bakteri kültürü kullanıldı.

Sunulan çalışmada demineralizasyon miktarlarının incelendiği diğer çalışmalarda olduğu gibi çalışmaya dahil edilen dişlerde defekt bulunmaması ve klinik olarak görülebilen demineralizasyon alanlarına sahip olmaması dahil edilme kriterleri arasında kabul edildi (109-111). Literatüre bakıldığında beyaz mine lezyonları oluşumu ve minedeki demineralizasyon miktarlarının incelendiği in-vitro ortamdaki çeşitli çalışmalarda genellikle çekilmiş hayvan ve insan dişlerinin kullanıldığı görülmüştür (110, 133). Sığır dişleri boyutlarının büyük olması kullanım kolaylığı sağlar. Çalışmalar için yeterli sayıda çekilmiş diş elde etmek insan dişlerine kıyasla daha kolaydır ve daha kısa sürede toplanabildiği için genelde tercih edilen hayvan dişleri sığır dişleridir (134). İnsan dişleri ve sığır dişlerinin mineral içeriğindeki farklılıklar sebebiyle, insan dişlerine kıyasla sığır dişleri daha poröz yapılıdır. Demineralizasyon miktarlarının incelediği çalışmalarında sığır diş yapılarının bozularak çalışma sonuçları üzerinde olumsuz etkilerinin olabileceği belirtilmiştir (134). Bu sonuç göz önünde bulundurularak sunulan çalışmada, çekilmiş sığır dişleri yerine daimi diş çekimli sabit ortodontik tedavilerde en çok çekim endikasyonu konulan çekilmiş insan üst birinci küçük azı dişleri kullanıldı.

Literatürde dişler çekildikten sonra çalışma zamanına kadar dişlerin dehidratasyonunun önüne geçmek amacıyla solüsyonlarda bekletilmesi gerektiği belirtilmiştir (135-137). Dehidratasyonu önlemek için distile su ve salin solüsyonunun kullanılabileceğinden bahsedilmiştir (135). Fakat ortamda bulunan

mikroorganizmaların çoğalmasının önüne geçmek için saklama solüsyonlarına genellikle sodyum hipoklorit formol ve timol gibi antimikrobiyal özellikleri olan bileşikler eklenmektedir (136). Hazırlanan saklama solüsyonlarının çalışma sonuçlarına etki etmemesi önemlidir. Timol ve formaldehit eklenmiş saklama solüsyonlarının demineralizasyona etkisinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, formaldehitin minenin remineralizasyon kapasitesini azalttığı görülürken timol içeren saklama solüsyonunun daha güvenli olduğu belirtilmiştir (125). Literatürde birçok çalışmada %0,1'lik timol solüsyonu kullanılmıştır (136, 138, 139). Sunulan çalışmada da çekilmiş dişlerin çalışma başlayana %0,1'lik timol içeren distile su içerisinde bekletilmiştir.

Literatürde pomza yardımıyla diş yüzeyinin temizlenmesinin braketin bağlanmasına olumsuz bir etkisinin olmadığını belirten çalışmalar vardır (27, 28). Sunulan çalışmada, araştırmacıların tavsiyeleri doğrultusunda dişlerin braketlenmesi öncesinde pomza ile diş yüzeyi temizlendi.

Braketlerin çevresindeki demineralizasyonların incelendiği önceki çalışmalarda, braket taban alanlarının ve taban şekillerinin standardize edilebilmesi için tek tip braket kullanımı tercih edilmiştir (109, 110). Farklı tip braketlerin kullanımı braket tabanları arasında farklılığa sebep olması nedeniyle demineralizasyon değerlerini etkileyeceği ve tek tip braket kullanılmasının standardizasyonu sağlayacağı düşünülerek sunulan çalışmada tüm dişlerde aynı metal braket tipi (Gemini, 3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya) kullanıldı.

Mevcut çalışmalarda mine yüzeyi pürüzlendirilmesi için jel formda bulunan asidin diğer formlarda bulunan asitlere göre klinik kullanımın daha kolay ve kontrol edilebilir olduğu belirtilmiştir (34). Sunulan çalışmada braketleme yapılacak mine yüzeyinde 30 saniye boyunca jel formda %37'lik ortofosforik asit uygulandı.

Ortodonti pratiğinde LED ışık kaynakları, uygulanan yapıştırıcının polimerizasyonu için kullanılmaktadır. Literatürde LED ışık kaynakları ile dişler üzerine yerleştirilen braketlere 20 saniye süreyle ışık uygulanmasının yeterli braket bağlanımı sağladığı bildirilmiştir (140, 141). Ekstra güç modunda kullanılan LED ışık kaynakları ile Standart LED ışık kaynaklarının bağlanım üzerine etkileri karşılaştırıldığında, sonucu etkilemedikleri ve klinik olarak yeterli bağlanma sağlayabildikleri bildirilmiştir (142-144). Sunulan çalışmada da benzer çalışmalarda

kullanıldığı gibi adeziv ve kompozitlerin polimerizasyonu için sıklıkla kullanılan LED ışık cihazı (3M ESPE Elipar S10) kullanıldı.

İn-vitro olarak yapılan çalışmalarda minede demineralizasyon oluşturmak için farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Literatür incelendiğinde genellikle mine demineralizasyonu oluşturmak için ortamın asiditesini arttıran kimyasal sistemler, in-vitro pH siklusu uygulayan sistemler ve özel bakteri kültürlerinin kullanıldığı bakteriyel sistemler görülmektedir (115, 145-147). Kimyasal yöntem ve pH siklusu ile oluşturulan sistemlerde, ağız ortamında bulunan özellikle *Streptococcus mutans* grubu bakterilerin şekeri metabolize ederek oluşturduğu ağız ortamının pH'ını düşüren birçok organik artığın ortama eklenememesi en büyük dezavantajı oluşturmaktadır (148-150). Bakteriyel sistemlerin ise genelde insan sağlığı ve çevre için risk faktörü oluşturması, diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında uygulanmalarının daha zahmetli olması, kullanılan bakteri kültürünün sıklıkla yenilenmesi gibi dezavantajlarının olmasına rağmen, minenin demineralizasyon sürecini ağız ortamına en yakın şekilde taklit ettiği görüldü (148-151). Bu nedenle sunulan çalışmada, mine yüzeylerinde demineralizasyonu sağlayabilmek için yapay tükürük bileşenleri ve *Streptococcus mutans* bakteri kültürünün kullanıldığı bir karyojenik süspansiyon ortamı oluşturuldu.

Önceki in-vitro çalışmalarda ağız içi ortamı taklit edilebilmek için çalışılan örnekler genellikle inkübatörler veya etüv cihazları kullanılarak, 37°C de saklanmaktadır (147, 152-155). Farhadian ve ark. (155) çekilmiş dişlerde demineralizasyon oluşturmak için 0.5 mcfarland bulanıklıktaki *Streptococcus mutans*, brain hearth infüzyon broth ve sükrozla oluşturdukları yapay karyojenik süspansiyon içerisine yerleştirdikleri örneklerini %10 CO₂ atmosfer koşullarında 37°C'deki etüvde bekletmişlerdir. Literatürde, ağız ortamındaki akışı simüle etmek için etüv içerisine yerleştirilen rotary shaker veya shaker inkübatör kullanan çalışmalar mevcuttur (156-158). Sunulan çalışmada, yapay karyojenik süspansiyon içerisine yerleştirilen örnekler %10 CO₂ atmosfer koşullarında 37 °C'deki etüv cihazı içerisine yerleştirilen rotary shaker üzerinde inkübe edildi. Hazırlanan düzenek ile yapay karyojenik süspansiyonun homojen olarak tüm dişlerle etkileşimi hedeflendi.

Bakteri süspansiyonu ve sıvı besiyeri hazırlamak için farklı oranların kullanıldığı görülmektedir (115, 155, 159). Sunulan çalışma için hazırlanan bakteri kültür ve besiyeri Hayati ve ark. (159)'nın yaptıkları çalışma ile uyumlu olarak hazırlandı. Çalışmamızda, yapay karyojenik süspansiyona eklenen yapay tükürük

çözeltisi ile süspansiyondaki bakterilerin şeker metabolizmaları sonucu gözlenen kontrolsüz pH düşüşünü tamponlamak, süspansiyon içerisindeki demineralizasyon-remineralizasyon süreci için iyon rezervi oluşturmak ve bakterileri ortamda canlı tutmak amaçlandı. Hazırlanan yapay karyojenik süspansiyon Clarkson ve ark. (119)'nın dişler üzerinde çürük benzeri lezyon oluşturmak için kullandıkları bakteri-jel ortamını yenileme sıklığı ile benzer olarak 48 saatte bir yenilendi. Yapay karyojenik süspansiyonun 48 saatte bir yenilenmesi ile ortamda sürekli olarak belirli bir oranda şükrozun ve bakterinin bulunması hedeflendi (147, 160). Clarkson ve ark. (119)'nın aynı çalışmasında 4 haftalık bir süre sonunda lezyonlar görülmüştür. Yaptığımız çalışmada da deney süresi 4 hafta olarak belirlendi.

Bakteri besiyerleri ile yapay çürük lezyonu oluşması hedeflenen bazı çalışmalarda, donörlerden toplanan steril tükürük örnekleri ile diş yüzeylerine bakteri adezyonu sağlamak amaçlanmıştır (159, 161, 162). Gokce ve ark., (163) diş macunlarının braket çevresindeki beyaz nokta lezyonları üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, yapay tükürük içerisine müsin eklemişlerdir. Sunulan çalışmada da benzer şekilde bakteri adezyonunu sağlamak için yapay tükürük solüsyonuna müsin ilavesi yapıldı.

Literatürde mine demineralizasyonlarının teşhisini yapabilmek ve gelişimi değerlendirebilmek amacıyla lezyonlar görsel muayene, kantitatif ışık floresans (QLF), DIAGNOdent ve taramalı elektron mikroskobu gibi yöntemler ile incelenmiştir (147, 164-169). Rodrigues ve ark.'nın (167) çekilmiş sığır dişleri üzerinde bakteri kullanarak yaptıkları çalışmada demineralizasyonların başlangıç ve ilerleme değerlerinin tespiti için mikrosertlik, Raman spektroskopisi ve DIAGNOdent pen kullanmışlardır. DIAGNOdent pen cihazının performansını değerlendirmek için yaptıkları çalışmada, kullandıkları sağlıklı dişlerin bakteri yardımıyla ilk demineralizasyon siklusu sonuçlarının tespitinde DIAGNOdent pen cihazının etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ancak ilerleyen demineralizasyon sikluslarında DIAGNOdent pen'in dişlerdeki küçük mineral değişimlerini belirlemede yetersiz kaldığını belirtmişlerdir.

Diniz ve ark. (115) bakteri besiyeri kullanarak oluşturdukları demineralizasyonların değerlendirilmesine floresansa dayalı çürük tespit yöntemlerini kullanmışlardır. DIAGNOdent pen ve VistaProof floresans kameranın karşılaştırıldığı bu çalışmada; floresans kamera, yeni başlayan kavitasyonsuz çürük lezyonlarını

gösterme konusunda iyi performans gösterirken, DIAGNOdent pen cihazı derin kavitasyonsuz çürük lezyonlarını göstermede daha iyi performans gösterdiği belirtilmiştir.

DIAGNOdent ve QLF çürük tespit yöntemlerinin karşılaştırıldığı diğer bir çalışmada, 41 adet çekilmiş ve sabit ortodontik aparey yapıştırılmış dişte bu iki yöntemle ölçümler yapılmış ve çalışma grubu beyaz nokta lezyonlarının derinliğinin ve mineral kaybının doğrulanması için histopatolojik ve mikroradyografik olarak değerlendirilmiştir. Lezyon derinliği bakımından, QLF ölçümlerinin DIAGNOdent ölçümlerine göre daha güçlü bir korelasyon gösterdiğine ve DIAGNOdent'in mineral kaybı ölçümlerinde daha düşük korelasyon gösterdiği sonucuna varılmıştır (168).

Histopatolojik ve mikroradyografik analizlerin altın standart olarak kabul edildiği, düz mine yüzeylerindeki çürük lezyonlarının DIAGNOdent ile değerlendirildiği bir başka çalışmada, lezyon derinliklerinin mineral kaybına göre DIAGNOdent skorlarını daha çok etkilediği sonucuna varılmıştır (170). Tassoker ve ark.'nın (171) kavite göstermeyen mine çürüklerinin bulunduğu dişlerde yaptığı çalışmada; DIAGNOdent pen cihazının görsel tekniğe kıyasla mine ve dentin çürüklerini ayırt etmede daha duyarlı bir yöntem olduğu belirtilmiştir.

Bahramian ve ark., (10) düz yüzey çürüğü değerlendirilmesi için histolojik değerlendirmeye kıyasla DIAGNOdent pen, Vistacam iX ve bitewing radyografisinin etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmalarında, DIAGNOdent pen'in üç yöntem arasında histolojik değerlendirme ile başlangıç mine çürüğü ve başlangıç dentin çürüğü olduğu belirlenen örneklerde yüzey çürüklerini tespit etmede en yüksek performansı ve doğruluğu gösterdiğini belirtmişlerdir. Sunulan çalışmada braketlerin gingival, oklüzal ve proksimal mine yüzeylerinde oluşan demineralizasyonu değerlendirmek amacıyla diyetli lazer floresans (DIAGNOdent pen) yöntemi kullanıldı. Ölçüm yapılan dişlere çalışma sırasında zarar vermemesi, kolay kullanılması, konvansiyonel çürük tespit yöntemlerinden üstün olması, istenilen sıklıkta objektif sayısal ölçümler yapabilmesi sebebiyle sunulan çalışmada DIAGNOdent pen tercih edildi (172).

Lussi ve Francescut (173) DIAGNOdent pen cihazı kullanılırken, ölçüm ucunun gingival ve oklüzal mine yüzeylerini değerlendirirken ileri-geri, mezial ve distal mine yüzeylerini değerlendirmek için ise yukarı-aşağı yönde birkaç kez gezdirildikten sonra cihazın ekranında okunan maksimum değer sonuc olarak kaydedilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmaları sırasında cihazın ucunun ölçüm

yapılan yüzeye uygulama süresince dik bir konumda tutulması gerektiğini vurgulamışlardır. Sunulan çalışmada, DIANGOdent pen literatürde belirtildiği şekilde ve cihazın kullanım kılavuzuna uygun olarak kullanıldı.

Sunulan çalışmada Tan ve Çokakoğlu (110)'nun adhesive flash-free braketlerin mine demineralizasyonu ve periodontal durum üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmaya benzer şekilde dişler üzerine yerleştirilen braketlerin çevresindeki demineralizasyon ölçümleri T0 ve T1 dönemlerinde oklüzal, gingival, ve proksimal olmak üzere 3 bölgeden yapıldı. Toplanan veriler istatistiksel değerlendirmeye tabi tutuldu ve her bir grup için bulunan medyan ve ortalama değerler karşılaştırıldı.

Sunulan çalışmada tüm gruplarda T0 döneminde ölçüm yapılan brakete komşu oklüzal, gingival ve proksimal mine yüzeylerindeki demineralizasyon değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Tüm gruplarda T1 döneminde brakete komşu oklüzal, gingival ve proksimal mine yüzeylerindeki demineralizasyon değerleri T0 dönemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde artış gösterdi. Çalışmamızdaki bu bulgular yapay karyojenik süspansiyon ortamında brakete komşu mine demineralizasyonları oluştuğunu göstermektedir. Literatüre baktığımızda karyojenik ortamla mine demineralizasyonu oluşturulabilmiş birçok çalışma vardır (110, 149, 150, 174, 175).

Ghiz ve ark. (176) konvansiyonel total etch ve self etch sistemlerini split-arch tekniği ile karşılaştırdıkları çalışmada self etch primer kullanılan grupta braketlenmiş dişlerde daha fazla demineralizasyon olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada self etch primer kullanımının çalışma süresini kısaltmasına ve maliyeti azaltmasına rağmen özellikle kötü oral hijyene sahip hastalarda konvansiyonel total etch sistemlerine göre mine demineralizasyonuna daha az direnç gösterdiği belirtilmiştir.

Tanna ve ark. (177) yaptıkları çalışmalarında self etch primer uygulanan gruptaki tüm örneklerde demineralizasyon gözlemlenmişler ve Transbond Plus self etching primerin mine dokusunu demineralizasyona karşı korumada yeterli olmadığını bildirmişlerdir. Bu durumu self etch primerin asidik pH oranı ile açıklamaya çalışmışlardır (177). Self etch primer uygulaması sonrasında alanın yıkanamamasının primerden kaynaklanan pH düşüşünü nötralize edemediği düşünülmüş olup, bu durum sonucu düşük pH etkisi uygulama alanında devam etmekte ve mine yüzeyi asit ataklarına karşı daha savunmasız kalmaktadır (177). Self

etch primerlerin düşük pH değerinden dolayı mine pürüzlendirilmesinde kullanılan fosforik aside benzer şekilde derin demineralizasyona sebep olabileceği belirtilmiştir (178). Iijima ve ark. (179) yaptıkları çalışmada %35'lik fosforik asit ve Transbond Plus self etching primerin pH değerlerini, fosforik asit için 1,39 ve Transbond Plus self etching primer için 1,85 bulmuşlardır.

Bilen ve ark. (180) çekilmiş dişlerde konvansiyonel total etch adeziv sistem (Transbond XT), self etch adeziv sistem (Transbond Plus) ve asit etching+GC Ortho Connect adeziv kullanarak braketledikleri dişlerde mikrosızıntıyı karşılaştırmışlardır. Transbond XT ve GC Ortho Connect grupları arasında anlamlı bir farkın olmadığını fakat Transbond Plus self etching primer kullanılan grupta braketin oklüzal tarafında daha fazla mikrosızıntı olduğunu bildirmişlerdir. Atash ve ark. (181) çalışmalarında self etch adeziv sisteminde daha çok mikrosızıntı olduğunu bildirmişlerdir. Ancak Yıldız (182), aynı çalışma gruplarıyla yaptığı doktora çalışmasında üç grup arasında GC Ortho Connect adezivi kullandıkları çalışma grubunda en fazla mikrosızıntı olduğunu belirtmiştir. Braketleme sırasında kullanılan yapıştırma ajanları ile mine yüzeyi arasındaki mikro boşluk oluşumu mikrosızıntıya katkıda bulunur. Bu durum braket çevresinde beyaz nokta lezyonlarını başlatabilen bakteri ve ağız sıvılarının geçişine izin verir (183, 184). Literatürde mikrosızıntı çalışmaları arasında fikir birliği sağlanmış değildir (181, 182).

Sunulan çalışmada Transbond XT primer ve adeziv pastanın kullanıldığı Grup 1 ve GC Ortho Connect adeziv pastanın kullanıldığı Grup 2'de T1 dönemindeki oklüzal mine yüzeyi demineralizasyon değeri Transbond Plus self etching primer ve adeziv pasta kullanılan Grup 3'ten istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksekti. Bu bulguyla benzer şekilde Grup 1 ve Grup 2'de T0/T1 dönemleri arasında brakete komşu oklüzal mine yüzeyi demineralizasyon değerindeki artış Grup 3'ten istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulundu. Yine bu duruma benzer şekilde ölçüm yapılan gingival ve proksimal mine yüzeylerinde Grup 1 ve Grup 2'de T0/T1 dönemleri arasında Grup 3'e göre demineralizasyon değerlerindeki artış daha fazlaydı ancak bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Bu bulgular literatürdeki self etch adeziv sistemlerde daha fazla demineralizasyon görülmesi, self etch adeziv sistemlerin de konvansiyonel total etch adeziv sistemler kadar mineye zarar verdiği bilgisi ile çelişmektedir (176-178).

Literatürde self etch adeziv sistemlerinin konvansiyonel total etch adeziv sistemlere göre braket çevresinde daha az demineralizasyona sebep olduğunu, daha konservatif bir çalışma sağladığını ve demineralizasyona daha dirençli olduğunu belirten çalışmalar da mevcuttur (185-188). Self etch adeziv sistemlerinin mine demineralizasyonları üzerine etkisine yönelik için tam olarak fikir birliği sağlanamadığı görülmektedir.

Visel ve ark. (185) çalışmalarında self etch adeziv sistem (Transbond Plus) ile konvansiyonel total etch adeziv sistemin (Transbond XT) braket çevresindeki demineralizasyona etkilerini karşılaştırmışlar ve self etch adeziv sistem kullanılan grupta daha az demineralizasyon gözlemlemişlerdir. Montaseer ve ark. (188) ortodontik braketlerin etrafındaki demineralizasyona karşı farklı tedavilerin potansiyel koruma etkisini inceledikleri çalışmalarında demineralizasyon işleminden önce mine yüzeyine Transbond Plus self etching primer uygulamanın ve herhangi bir işleme tabi tutmadıkları mine yüzeylerine göre daha az demineralizasyon gösterdiğini ve Transbond Plus self etching primer uygulanmış yüzeyin demineralizasyona iyi bir direnç gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kohda ve ark. (189) çalışmalarında self etch primer uygulamasının fosforik aside göre daha az demineralizasyon göstermesinin sebebi olarak self etch primerlerin daha yüksek pH derecesine sahip olmasının ve daha kısa uygulamamasının bir sonucu olabileceğini söylemişlerdir. Self etch primerlerin mine pürüzlendirmesini kendi kendine sınırlandırıp sonlandırmasını sağlayan üç mekanizma olabileceğinden bahsedilmiştir (190). Birinci mekanizma primer moleküllerine bağlı asit grupları, hidroksiapatitten ayrılan kalsiyum ile bir kompleks oluşturarak nötralize olur. İkinci mekanizma havayla kurutma ile self etch primerin viskozite artışıdır, bu durum asit gruplarının mine ara yüzeyine taşınmasını yavaşlatır. Üçüncü mekanizma ise primer polimerizasyonudur ve asit gruplarının ara yüzeye ulaşmasını engeller. Bu mekanizmalar ile self etch primerlerin total etch sistemlere göre minede daha az değişikliğe yol açtığı düşünülmektedir (190).

Narendran ve Raghunath (191) ortodontik braketlerin çevresindeki demineralizasyonları karşılaştırdıkları çalışmalarında konvansiyonel total etch (Transbond XT) grubunun self etch (Transbond Plus) grubuna göre mine yüzeyinde daha düzensiz bir yapı oluşturduğunu ve %86,7 daha derin bir penetrasyon gösterdiğini belirtmişler. Aynı çalışmada Transbond Plus grubunun Transbond XT grubuna göre

daha az demineralizasyona uğradığını belirtmişlerdir. Cal-Neto ve Miguel (187) çalışmalarında self etch adeziv sistem (Transbond Plus) ve konvansiyonel total etch adeziv sistem (Transbond XT) ile braketlemelerini yapmışlardır. Braketlenmiş dişleri dekalsifiye ederek, minedeki adeziv penetrasyonunun mikromorfolojik gözlemi için braketlerin tabanında kalan rezin replikaları taramalı elektron mikroskobunda incelemişlerdir. Self etch kullanılan grupta daha az mine demineralizasyonu ve rezin infiltrasyonu olduğunu, self etch adeziv sistemlerin konvansiyonel total etch adeziv sistemlere göre daha konservatif olduğunu belirtmişlerdir.

Transbond Plus SEP (Self Etching Primer) flor salabilme yeteneğine sahip olduğu düşünülmektedir (192-194). Hung ve ark. (192) yaptıkları çalışmada Transbond Plus SEP ve Transbond Plus adeziv ile braketledikleri dişlerde özellikle ilk 14 gün yüksek flor salınımı tespit etmişlerdir. Zrinski ve ark. (193) çalışması da bu bulguyu destekler şekilde Transbond Plus SEP'in flor salınımı yapabildiğini fakat tekrar flor depolayabilme kapasitesinin çok düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Krasniqi ve ark. (194) farklı tip braket yapıştırma ajanlarının *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus acidophilus* bakterileri üzerindeki antimikrobiyal etkilerini karşılaştırdıkları çalışmada tüm gruplar arasında iki bakteri türüne de karşı en geniş inhibisyon alanı (antibakteriyel etki) oluşturan ajanın Transbond Plus SEP olduğunu, Transbond XT primer ve adezivin antibakteriyel bir etki göstermediğini belirtmişlerdir. Bu sonucun flor salınımı ile ilgili olduğunu düşünmüşlerdir.

Sunulan çalışmada brakete komşu oklüzal yüzeyde Grup 3'te istatistiksel düzeyde anlamlı olarak daha az demineralizasyon gözlenmesi ve brakete komşu tüm yüzeylerde Grup 3'te daha az demineralizasyon görülmesi, self etch adeziv sistemin daha az demineralizasyona sebep olduğunu belirten çalışmalar ile desteklenmektedir (185-188). Bu durumun oluşmasında self etch adeziv sistemi kullanımının minede daha yüzeyel değişikliğe yol açması, antibakteriyel özellikler sergilemesi ve flor salabilme yeteneğinin olması olduğu düşünüldü (186, 187, 192-194).

Tan ve Çokakoğlu (110) yaptıkları çalışmada brakete komşu mine yüzeylerinde en fazla demineralizasyonun brakete komşu gingival yüzeylerde olduğunu bildirmişlerdir. Pakshir ve Ajami (195) self etch sistemin ve konvansiyonel total etch sistemin braket çevresindeki mikrosızıntılarını karşılaştırmışlar ve kullanılan yapıştırma materyallerinden bağımsız olarak en fazla mikrosızıntının brakete komşu gingival mine yüzeylerinde olduğunu belirtmişlerdir.

Sunulan çalışmada da bunu destekler şekilde T1 ve T0/T1 döneminde kullanılan adeziv sisteminden bağımsız olarak tüm gruplarda brakete komşu gingival yüzeylerde ortalama demineralizasyon kaybı diğer yüzeylerden daha fazla bulundu.

Literatürde kendinden primerli total etch adeziv ya da tek aşamalı total etch sistem olarak adlandırılabilen GC Ortho Connect adezivin klinik başarısını ve braket bağlanım dayanımını inceleyen çalışmalar mevcuttur (56, 196, 197).

Shapinko ve ark. (56) konvansiyonel iki aşamalı total etch Transbond XT primer ve adeziv uygulamasına göre GC Ortho Connect adeziv sisteminin ortodontik bağlanma için verimli bir şekilde kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir. Gerekli olmasa da GC Ortho Connect adeziv kullanımı öncesi primer uygulanmasının bağlanma dayanımını hafifçe arttırırken, braketlerin debonding işleminden sonra mine üzerinde daha az adeziv artığının kalmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Ok ve ark. (196) yaptığı çalışmada ağız içerisinde braketlemelerde GC Ortho Connect ve Transbond XT kullanmışlardır. Braketlerin 1 yıllık sağ kalım oranları arasında anlamlı fark olmadığı ve hasta başında braketleme işleminin GC Ortho Connect grubunda daha az zamanda yapılabildiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada in-vitro olarak yapılan bağlanım direnci karşılaştırmasında anlamlı bir fark bulamamışlardır. Iglesias ve ark. (197) braket bağlanımlarını değerlendirdikleri, indirekt ve direkt teknik ile örneklerin braketlenmesinde konvansiyonel total etch primer ve adeziv sistemi (Transbond XT), self etch sistem (Ortho Bond II) ve kendinden primerli total etch adeziv sistem (GC Ortho Connect) kullanılan çalışmalarında, indirekt ve direkt tekniklerin braket bağlanımlarına etkisinin olmadığını fakat self etch adeziv sistem kullanılan grupta braket bağlanımının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Literatürde kendinden primerli total etch adeziv sistemin braket bağlanım etkinliğini gösteren çalışmalar olmasına rağmen bu sistemin mine demineralizasyonuna etkisini inceleyen tek bir çalışma olduğu görüldü (198).

Turgut (198) ortodontik metal braketlerin yapıştırılmasında kendinden primerli total etch adeziv sisteminin beyaz nokta lezyonu oluşumu ve bağlanma dayanımı açısından klinik olarak değerlendirdiği uzmanlık tezi çalışmasında, 51 hastaya split-mouth çalışma protokolü ile kendinden primerli total etch adeziv sistem (GC Ortho Connect) ve konvansiyonel asit+primerli adeziv sistem (Transbond XT) kullanarak braketlemeler yapmıştır. Braketlerin yapıştırılmasından 1 ay, 6 ay ve 12 ay sonra DIAGNOdent pen ile oklüzal/insizal, gingival, mezial ve distalden olmak üzere 4

alandan ölçümler yapmış ve her diş için dört değerin ortalamasını kaydetmiştir. Çalışmanın sonucunda GC Ortho Connect ve Transbond XT grupları arasında demineralizasyon oluşumu ve braket bağlanımı açısından anlamlı bir farkın olmadığını belirtmiştir. Sunulan çalışmada da benzer şekilde T0, T1 ve T0/T1 dönemlerinde ölçüm yapılan braket komşu gingival, oklüzal ve proksimal mine yüzeylerindeki mine demineralizasyonları, Grup 1 ve Grup 2 arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermedi.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Tüm gruplarda, yapay karyojenik süspansiyon ortamına yerleştirildikten 28 gün sonra brakete komşu tüm mine yüzeylerinde gerçekleşen demineralizasyonlarda önemli artışlar görüldü.
2. Tüm gruplarda, brakete komşu mine yüzeylerindeki ortalama kayıplara bakıldığında, gingival mine yüzeylerinde daha fazla demineralizasyon gerçekleştiği görüldü.
3. Transbond™ Plus Self Etching Primer yapıştırıcı ajan kullanılarak yapıştırılan braketlerin oklüzal mine yüzeylerindeki demineralizasyon değerleri diğer yapıştırıcı ajanlara göre anlamlı şekilde daha düşük bulundu.
4. Yapılan çalışma ile ortodontik braket yapıştırılması için self etch yapıştırıcı ajanın (Transbond™ Plus Self Etching Primer), konvansiyonel asit+primer yapıştırıcı ajan (Transbond XT Primer + Transbond XT Light Cure Adhesive) ve kendinden primerli yapıştırıcı ajana (GC Ortho Connect Light Cure Adhesive) göre karyojenik ortamda daha az demineralizasyona neden olabileceği görüldü. Bu sonucun oluşmasında self etch primer yapıştırıcı ajan kullanımının mine yüzeyinde asitlemeyi gerektirmemesi nedeniyle plak retansiyonu açısından mine yüzeylerinin daha fazla korunmuş olması düşünülebilir.
5. İn-vitro ortamda oluşturulmuş yapay karyojenik süspansiyon ortamının ağız florasını tam olarak taklit etmesindeki yetersizlikler göz önüne alındığında, in-vivo koşullarda planlanacak ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir

7. KAYNAKLAR

1. Proffit WR, Fields HW, Larson B, Sarver DM. Contemporary Orthodontics. Ed: Proffit WR, Larson B, 6th edition. Elsevier Health Sciences, Philadelphia, USA, 2018; 310-21 p.
2. Peck S. A Biographical Portrait of Edward Hartley Angle, the First Specialist in Orthodontics, Part 1. Angle Orthod. 2009;79(6):1021-7.
3. Buonocore MG. A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. J Dent Res. 1955;34(6):849-53.
4. Newman GV, Snyder WH, Wilson CE, Jr. Acrylic Adhesives for Bonding Attachments to Tooth Surfaces. Angle Orthod. 1968;38(1):12-8.
5. Ogaard B, Rølla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1988;94(1):68-73.
6. Zentner A. Structural changes of acid etched enamel examined under confocal laser scanning microscope. J Orofac Orthop. 1996;57(4):202-9.
7. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1982;81(2):93-8.
8. Sukontapattipark W, El-Agroudi MA, Selliseth NJ, Thunold K, Selvig KA. Bacterial colonization associated with fixed orthodontic appliances. A scanning electron microscopy study. Eur J Orthod. 2001;23(5):475-84.
9. Bishara SE, Ostby AW. White spot lesions: formation, prevention, and treatment. Semin Orthod. 2008;14(3):174-82.
10. Bahramian H, Argani P, Baghalian A. Comparison of different diagnostic techniques in detecting smooth surface caries in primary molars using the

histological gold standard: An in vitro study. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2020;31:101867.

11. Yamada R, Hayakawa T, Kasai K. Effect of using self-etching primer for bonding orthodontic brackets. Angle Orthod. 2002;72(6):558-64.

12. Fjeld M, Øgaard B. Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006;130(5):575-81.

13. Dandachli MG. Effectiveness of Using Self Etching Primer and Resin Modified Glass Ionomer on Bonding Orthodontic Brackets—an in Vitro Study. Dent Med Probl. 2016;53(1):50-5.

14. Swapna G, Sharma S, Soni VP, Tamgadge S. Demineralization adjacent to orthodontic brackets with fluoride releasing and conventional bonding agents. Indian J Dent Res. 2016;27(4):426.

15. Abbassy MA, Bakry AS, Alshehri NI, Alghamdi TM, Rafiq SA, Aljeddawi DH, Nujaim DS, Hassan AH. 45S5 Bioglass paste is capable of protecting the enamel surrounding orthodontic brackets against erosive challenge. J Orthod Sci. 2019;8:5.

16. Nanda R, Tosun YS. Biomechanics in orthodontics. Ed: Bywaters LC. Quintessence Publishing Co, Hanover Park IL, 2010; 38-49 p.

17. Matasa CG. Attachment corrosion and its testing. J Clin Orthod. 1995;29(1):16-23.

18. Birnie D. Ceramic brackets. Br J Orthod. 1990;17(1):71-5.

19. Proffit W FH, Larson B, Sarver D. Contemporary orthodontics. Contemporary Orthodontic Appliances. . Ed: William R. Proffit, Larson BE, 6th edition. Elsevier Health Sciences, Philadelphia, USA, 2018; 325-40 p.

20. Eliades T, Gioka C, Zinelis S, Eliades G, Makou M. Plastic brackets: hardness and associated clinical implications. World J Orthod. 2004;5(1):26-32.

21. 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.
22. Ali O, Makou M, Papadopoulos T, Eliades G. Laboratory evaluation of modern plastic brackets. *Eur J Orthod*. 2012;34(5):595-602.
23. Scott Jr GE. Fracture Toughness and Surface Cracks— The Key to Understanding Ceramic Brackets. *Angle Orthod*. 1988;58(1):5-8.
24. Bishara SE, Fehr DE. Ceramic brackets: something old, something new, a review. *Semin Orthod*. 1997;3(3):178-88.
25. Gange P. The evolution of bonding in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015;147(4, Supplement):56-63.
26. Ryou D-B, Park H-S, Kim K-H, Kwon T-Y. Use of flowable composites for orthodontic bracket bonding. *Angle Orthod*. 2008;78(6):1105-9.
27. Ireland A, Sherriff M. The effect of pumicing on the in vivo use of a resin modified glass poly (alkenoate) cement and a conventional no-mix composite for bonding orthodontic brackets. *J Orthod*. 2014;124(4):124-9.
28. Millett D. Bonding in Orthodontics. *Eur J Orthod*. 2008;18(1):147-63.
29. Graumann SJ, Sensat ML, Stoltenberg JL. Air Polishing: A Review of Current Literature. *J Dent Hyg*. 2013;87(4):173-80.
30. Cossellu G, Lanteri V, Butera A, Sarcina M, Farronato G. Effects of six different preventive treatments on the shear bond strength of orthodontic brackets: in vitro study. *Acta Biomater Odontol Scand*. 2015;1(1):13-7.
31. van Waveren Hogervorst WL, Feilzer AJ, Prahl-Andersen B. The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000;117(1):20-6.

32. Halpern RM, Rouleau T. The effect of air abrasion preparation on the shear bond strength of an orthodontic bracket bonded to enamel. *Eur J Orthod.* 2009;32(2):224-7.
33. Canay Ş, Kocadereli İI, Akça E. The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(1):15-9.
34. Øgaard B, Fjeld M. The enamel surface and bonding in orthodontics. *Semin Orthod.* 2010;16(1):37-48.
35. Carstensen W. Effect of reduction of phosphoric acid concentration on the shear bond strength of brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108(3):274-7.
36. Powers JM, Kim HB, Turner DS. Orthodontic adhesives and bond strength testing. *Semin Orthod.* 1997;3(3):147-56.
37. Øgaard B, Cruz R, Chindia ML, Aasrum E. Tensile strength of orthodontic brackets bonded directly to fluorotic and nonfluorotic teeth: an in vitro comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;102(3):244-50.
38. Silva-Benítez EL, Zavala-Alonso V, Martinez-Castanon GA, Loyola-Rodriguez JP, Patiño-Marin N, Ortega-Pedrajo I. Shear bond strength evaluation of bonded molar tubes on fluorotic molars. *Angle Orthod.* 2012;83(1):152-7.
39. Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(6):717-24.
40. de Paula Eduardo C, de Paula Eduardo F, Haypek P. Restorative dentistry and esthetics with lasers. *Int Congr Ser.* 2003(1248):91-9.
41. Güngörmüş M. Diş hekimliğinde lazer kullanımı sırasında oluşabilecek zararlar ve alınacak önlemler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2007(2):31-3.

42. Coluzzi DJ, Parker SP. Lasers in Dentistry--Current Concepts. Ed: Donald J. Coluzzi, Parker SPA. Springer International Publishing AG Cham, Switzerland, 2017; 78-102 p.
43. David CM, Gupta P. Lasers in dentistry: a review. *Int J Adv Health Sci.* 2015;2(8):7-13.
44. Santos CRd, Tonetto MR, Presoto CD, Bandéca MC, Oliviera Jr O, Calabrez-Filho S. Application of Er: YAG and ER, Cr: YSGG Lasers in cavity preparation for dental tissues: A literature review. *World J Dent.* 2012;3(4):340-3.
45. Ahrari F, Poosti M, Motahari P. Enamel resistance to demineralization following Er:YAG laser etching for bonding orthodontic brackets. *Dent Res J (Isfahan).* 2012;9(4):472-7.
46. Başaran G, Hamamcı N, Akkurt A. Shear bond strength of bonding to enamel with different laser irradiation distances. *Lasers Med Sci.* 2011;26(2):149-56.
47. Türköz C, Ulusoy C. Evaluation of different enamel conditioning techniques for orthodontic bonding. *Korean J Orthod.* 2012;42(1):32-8.
48. Sallam RA, Arnout EA. Effect of Er: YAG laser etching on shear bond strength of orthodontic bracket. *Saudi Med J.* 2018;39(9):922-7.
49. Firat E, Gurgan S, Gutknecht N. Microtensile bond strength of an etch-and-rinse adhesive to enamel and dentin after Er: YAG laser pretreatment with different pulse durations. *Lasers Med Sci.* 2012;27(1):15-21.
50. Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent.* 2001;26:119-44.
51. Söderholm K-JM, Guelmann M, Bimstein E. Shear bond strength of one 4th and two 7th generation bonding agents when used by operators with different bonding experience. *J Adhes Dent.* 2005;7(1):57-64.

52. Cardoso M, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Van Meerbeek B. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust Dent J.* 2011;56(1):31-44.
53. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Inoue S, Yoshida Y, Perdigão J, Lambrechts P, Peumans M. Bonding to enamel and dentin. *Oper Dent.* 2006;28(3):215-35.
54. Bayar Bilen H, Çokakoğlu S. Effects of one-step orthodontic adhesive on microleakage and bracket bond strength: An in vitro comparative study. *Int Orthod.* 2020;18(2):366-73.
55. Aydın Şanlıtürk G. Primer kullanılan ve kullanılmayan farklı kompozit materyalleri ile yapıştırılan ortodontik braketlerin dayanımlarının in vitro olarak incelenmesi: Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi; 2018.
56. Shapinko Y, Eleftheriadi I, Brosh T, Adler-Abramovich L, Davidovitch M, Sella-Tunis T, Sarig R, Shpack N. Evaluation of an orthodontic adhesive with combined primer and composite. *Open J Stomatol.* 2018;8(6):205-16.
57. Ostby AW, Bishara SE, Denehy GE, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of self-etchant pH on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(2):203-8.
58. Erickson RL, De Gee AJ, Feilzer AJ. Fatigue testing of enamel bonds with self-etch and total-etch adhesive systems. *Dent Mater.* 2006;22(11):981-7.
59. Bishara SE, Ostby AW, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Early shear bond strength of a one-step self-adhesive on orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2006;76(4):689-93.
60. Buyukyilmaz T, Usumez S, Karaman AI. Effect of self-etching primers on bond strength—are they reliable? *Angle Orthod.* 2003;73(1):64-70.

61. Czochrowska E, Øgaard B, Duschner H, Ruben J, Arends J. Cariostatic effect of a light-cured, resin-reinforced glass-ionomer for bonding orthodontic brackets in vivo. *J Orofac Orthop.* 1998;59(5):265-73.
62. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Jakobsen JR. Effect of changing enamel conditioner concentration on the shear bond strength of a resin-modified glass ionomer adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118(3):311-6.
63. Rix D, Foley TF, Mamandras A. Comparison of bond strength of three adhesives: composite resin, hybrid GIC, and glass-filled GIC. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119(1):36-42.
64. Summers A, Kao E, Gilmore J, Gunel E, Ngan P. Comparison of bond strength between a conventional resin adhesive and a resin-modified glass ionomer adhesive: An in vitro and in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(2):200-6.
65. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Tagliani P, Klersy C. In-vitro fluoride release rates from 9 orthodontic bonding adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(5):656-62.
66. Pitts N. Are we ready to move from operative to non-operative/preventive treatment of dental caries in clinical practice? *Caries Res.* 2004;38(3):294-304.
67. Featherstone JD. The science and practice of caries prevention. *J Am Dent Assoc.* 2000;131(7):887-99.
68. Kidd EA, Fejerskov O. Dental caries: The disease and its clinical management. Ed: Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E, 3rd edition. Blackwell Munksgaard, West Sussex, England, 2015; 98-121 p.
69. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet.* 2007;369(9555):51-9.
70. LeGeros RZ. Calcium phosphates in oral biology and medicine. *Monogr Oral Sci.* 1991;15(1):1-201.

71. Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C. Biological factors in dental caries enamel structure and the caries process in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 2). *J Clin Pediatr Dent*. 2005;28(2):119-24.
72. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E. Dental caries: the disease and its clinical management. Ed: Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E, 3rd edition. John Wiley & Sons, West Sussex, England, 2015; 148-61 p.
73. Larsen M. Chemical events during tooth dissolution. *J Dent Res*. 1990;69(2):575-80.
74. O'Reilly MM, Featherstone JD. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1987;92(1):33-40.
75. Mizrahi E. Enamel demineralization following orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1982;82(1):62-7.
76. Mattingly JA, Sauer GJ, Yancey JM, Arnold RR. Enhancement of *Streptococcus mutans* colonization by direct bonded orthodontic appliances. *J Dent Res*. 1983;62(12):1209-11.
77. Scheie AA, Arneberg P, Krogstad O. Effect of orthodontic treatment on prevalence of *Streptococcus mutans* in plaque and saliva. *Scand J Dent Res*. 1984;92(3):211-7.
78. Ahrari F, Akbari M, Akbari J, Dabiri G. Enamel surface roughness after debonding of orthodontic brackets and various clean-up techniques. *J Dent*. 2013;10(1):82.
79. Øgaard B, Larsson E, Henriksson T, Birkhed D, Bishara SE. Effects of combined application of antimicrobial and fluoride varnishes in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;120(1):28-35.
80. Mitchell L. Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances--an overview. *Br J Orthod*. 1992;19(3):199-205.

81. Boersma JG, van der Veen MH, Lagerweij MD, Bokhout B, Prahl-Andersen B. Caries prevalence measured with QLF after treatment with fixed orthodontic appliances: influencing factors. *Caries Res.* 2005;39(1):41-7.
82. Årtun J, Brobakken BO. Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multibonded appliances. *Eur J Orthod.* 1986;8(4):229-34.
83. Ogaard B, Rølla G, Arends J, ten Cate JM. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 2. Prevention and treatment of lesions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94(2):123-8.
84. Tufekci E, Dixon JS, Gunsolley J, Lindauer SJ. Prevalence of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances. *Angle Orthod.* 2011;81(2):206-10.
85. Richter AE, Arruda AO, Peters MC, Sohn W. Incidence of caries lesions among patients treated with comprehensive orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(5):657-64.
86. Ogaard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: a study on untreated and orthodontically treated persons 5 years treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;96(1):423-7.
87. Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Griswold PG. The effect of a fluoride program on white spot formation during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;93(1):29-37.
88. Van Der Veen MH, Attin R, Schwestka-Polly R, Wiechmann D. Caries outcomes after orthodontic treatment with fixed appliances: do lingual brackets make a difference? *J Oral Sci.* 2010;118(3):298-303.
89. Axelson P. *Diagnosis and Risk Detection of Dental Caries.* Ed: Axelson P, 1st edition. Quintessence Pub. ,Germany, 2000; 45-57 p.
90. Curzon M, Spector P. Enamel mottling in a high strontium area of the USA. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1977;5(5):243-7.

91. Korkmaz YN, Büyük S, YAĞCI A. Ortodontik Tedaviyle Oluşan Beyaz Nokta Lezyonları, Tehşis Yöntemleri ve Kantitatif Işık Etkili Floresans (QLF). Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2015;24(3):146-53.
92. Russell A. The differential diagnosis of fluoride and nonfluoride enamel opacities. J Public Health Dent. 1961;21(4):143-6.
93. Angmar-Mansson B, Ten Bosh J. Advances in methods for diagnosing coronal caries-a review. Adv Dent Res. 1993;7(2):70-9.
94. Ekstrand K, Qvist V, Thylstrup A. Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. Caries Res. 1987;21(4):368-74.
95. Axelsson P. Diagnosis and risk prediction of dental caries. Ed: Axelsson P, 1st edition. Quintessence Pub. ,Germany 2000; 77-80 p.
96. Stookey GK, Jackson RD, Zandona A, Analoui M. Dental caries diagnosis. Dent Clin North Am. 1999;43(4):665-77.
97. Verdonschot E, Kuijpers J, Polder B, De Leng-Worm M, Bronkhorst E. Effects of digital grey-scale modification on the diagnosis of small approximal carious lesions. J Dent. 1992;20(1):44-9.
98. Bjelkhagen H. Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible laser light. Swed Dent J. 1982;6(1):1-7.
99. Lussi A, Hibst R, Paulus R. DIAGNOdent: An Optical Method for Caries Detection. Caries Res. 2004;83(1):80-3.
100. Staudt CB, Lussi A, Jacquet J, Kiliaridis SJEjoos. White spot lesions around brackets: in vitro detection by laser fluorescence. Eur J Oral Sci. 2004;112(3):237-43.
101. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts N, Longbottom C, Reich E. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. Caries Res. 1999;33(4):261-6.

102. Huysmans M-CD, Longbottom C, Pitts N. Electrical methods in occlusal caries diagnosis: An in vitro comparison with visual inspection and bite-wing radiography. *Caries Res.* 1998;32(5):324-9.
103. Schneiderman A, Elbaum M, Shultz T, Keem S, Greenebaum M, Driller J. Assessment of dental caries with digital imaging fiber-optic transillumination (DIFOTITM): in vitro Study. *Caries Res.* 1997;31(2):103-10.
104. Pretty IA. Caries detection and diagnosis: novel technologies. *J Dent.* 2006;34(10):727-39.
105. Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J, van der Veen M, de Josselin de Jong E, Stöber L. Quantitative light-induced fluorescence (QLF)--A potential method for the dental practitioner. *Quintessence Int.* 2003;34(3):181-8.
106. Stookey GK. Quantitative light fluorescence: a technology for early monitoring of the caries process. *Dent Clin North Am.* 2005;49(4):753-70.
107. Yanıkoğlu FÇ, Öztürk F, Hayran O, Analoui M, Stookey G. Detection of natural white spot caries lesions by an ultrasonic system. *Caries Res.* 2000;34(3):225-32.
108. Ng S, Ferguson M, Payne P, Slater P. Ultrasonic studies of unblemished and artificially demineralized enamel in extracted human teeth: a new method for detecting early caries. *J Dent.* 1988;16(5):201-9.
109. Alabdullah MM, Nabawia A, Ajaj MA, Saltaji H. Effect of fluoride-releasing resin composite in white spot lesions prevention: a single-centre, split-mouth, randomized controlled trial. *Eur J Orthod.* 2017;39(6):634-40.
110. Tan A, Çokakoğlu S. Effects of adhesive flash-free brackets on enamel demineralization and periodontal status. *Angle Orthod.* 2020;90(3):339-46.
111. Bazargani F, Magnuson A, Löthgren H, Kowalczyk A. Orthodontic bonding with and without primer: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod.* 2016;38(5):503-7.

112. Ceylan Ak İ. Farklı taban özelliklerine sahip braketlerin bağlanma dayanımlarının in vitro olarak değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi 2018.
113. Baroudi K, Rodrigues JC. Flowable resin composites: a systematic review and clinical considerations. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(6):18-22.
114. Operating instructions DiAGNOdent pen. KaVo Dental Corporation, Charlotte NC, USA, 2010; 1-35 p. Ed.
115. Diniz M, Campos P, Sanabe M, Duarte D, Santos M, Guaré R, Duque C, Lussi A, Rodrigues J. Effectiveness of fluorescence-based methods in monitoring progression of noncavitated caries-like lesions on smooth surfaces. *Oper Dent.* 2015;40(6):230-41.
116. Fatima S, Panda N, Reddy AV, Fatima S. Buccal Mucoadhesive Tablets of Sumatriptan Succinate for Treatment of Sustainable Migraine: Design, Formulation and In Vitro Evaluation. *Int J Pharm Res.* 2015;4(3):114-26.
117. 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.
118. Zivkovic S, Bojovic S, Pavlica D. Bacterial penetration of restored cavities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;91(3):353-8.
119. Clarkson B, Wefel J, Miller I. A model for producing caries-like lesions in enamel and dentin using oral bacteria in vitro. *J Dent Res.* 1984;63(10):1186-9.
120. Khalaf K. Factors affecting the formation, severity and location of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances. *J Oral Maxillofac Pathol.* 2014;5(1).
121. Øgaard B. White spot lesions during orthodontic treatment: mechanisms and fluoride preventive aspects. *Semin Orthod.* 2008;14(3):183-93.

122. Hadler-Olsen S, Sandvik K, El-Agroudi MA, Øgaard B. The incidence of caries and white spot lesions in orthodontically treated adolescents with a comprehensive caries prophylactic regimen—a prospective study. *Eur J Orthod.* 2012;34(5):633-9.
123. Huang S, Gao S, Cheng L, Yu H. Combined effects of nano-hydroxyapatite and *Galla chinensis* on remineralisation of initial enamel lesion in vitro. *J Dent.* 2010;38(10):811-9.
124. Nakashima S, Yoshie M, Sano H, Bahar A. Effect of a test dentifrice containing nano-sized calcium carbonate on remineralization of enamel lesions in vitro. *J Oral Sci.* 2009;51(1):69-77.
125. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003;28(3):215-35.
126. Kulshrestha S, Khan S, Hasan S, Khan ME, Misba L, Khan AU. Calcium fluoride nanoparticles induced suppression of *Streptococcus mutans* biofilm: an in vitro and in vivo approach. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2016;100(4):1901-14.
127. Falsetta ML, Klein MI, Colonne PM, Scott-Anne K, Gregoire S, Pai C-H, Gonzalez-Begne M, Watson G, Krysan DJ, Bowen WH. Symbiotic relationship between *Streptococcus mutans* and *Candida albicans* synergizes virulence of plaque biofilms in vivo. *Infect Immun.* 2014;82(5):1968-81.
128. Nance WC, Dowd SE, Samarian D, Chludzinski J, Delli J, Battista J, Rickard AH. A high-throughput microfluidic dental plaque biofilm system to visualize and quantify the effect of antimicrobials. *J Antimicrob Chemother.* 2013;68(11):2550-60.
129. Loesche WJ. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev.* 1986;50(4):353-80.
130. Hasan S, Danishuddin M, Khan AU. Inhibitory effect of zingiber officinale towards *Streptococcus mutans* virulence and caries development: in vitro and in vivo studies. *BMC Microbiol.* 2015;15(1):1-14.

131. Król JE, Biswas S, King C, Biswas I. SMU. 746-SMU. 747, a putative membrane permease complex, is involved in aciduricity, acidogenesis, and biofilm formation in *Streptococcus mutans*. *J Bacteriol.* 2014;196(1):129-39.
132. Balenseifen JW, Madonia J. Study of dental plaque in orthodontic patients. *J Dent Res.* 1970;49(2):320-4.
133. Sodagar A, Bahador A, Pourhajibagher M, Ahmadi B, Baghaeian P. Effect of addition of curcumin nanoparticles on antimicrobial property and shear bond strength of orthodontic composite to bovine enamel. *J Dent.* 2016;13(5):373-79.
134. Ortiz-Ruiz AJ, de Dios Teruel-Fernández J, Alcolea-Rubio LA, Hernández-Fernández A, Martínez-Beneyto Y, Gispert-Guirado F. Structural differences in enamel and dentin in human, bovine, porcine, and ovine teeth. *Ann Anat.* 2018;218:7-17.
135. Giacaman RA, Jobet-Vila P, Munoz-Sandoval C. Fatty acid effect on sucrose-induced enamel demineralization and cariogenicity of an experimental biofilm–caries model. *Odontology.* 2015;103(2):169-76.
136. Almosa NA, Sibai BS, Rejjal OA, Alqahtani N. Enamel demineralization around metal and ceramic brackets: an in vitro study. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2019;11:37-43.
137. Abrams SH, Sivagurunathan KS, Silvertown JD, Wong B, Hellen A, Mandelis A, Hellen WM, Elman GI, Mathew S, Mensinkai PK. Correlation with caries lesion depth of the canary system, DIAGNOdent and ICDAS II. *Open Dent J.* 2017;11:679-85.
138. Şahin Ç. Ortodontik bonding sonrası beyaz mine lezyonu görülen dişlerde remineralizasyon ajanlarının ve farklı tedavi tekniklerinin renk üzerine etkilerinin in-vitro olarak incelenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi. 2019.
139. Sarioğlu B. Ortodontik debonding sonrası farklı zamanlarda uygulanan beyazlatma tekniklerinin mine yüzeyine etkilerinin in-vitro olarak incelenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi. 2017.

140. Krishnaswamy NR, Sunitha C. Light-emitting diode vs halogen light curing of orthodontic brackets: a 15-month clinical study of bond failures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;132(4):518-23.
141. Rachala MR, Yelampalli MR. Comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with light emitting diode (LED). *Int J Orthod Milwaukee*. 2010;21(4):31-5.
142. Ward JD, Wolf BJ, Leite LP, Zhou J. Clinical effect of reducing curing times with high-intensity LED lights. *Angle Orthod*. 2015;85(6):1064-9.
143. Oz AA, Oz AZ, Arici S. In-vitro bond strengths and clinical failure rates of metal brackets bonded with different light-emitting diode units and curing times. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016;149(2):212-6.
144. Chalipa J, Jalali YF, Gorjizadeh F, Baghaeian P, Hoseini MH, Mortezaei O. Comparison of bond strength of metal and ceramic brackets bonded with conventional and high-power LED light curing units. *J Dent*. 2016;13(6):423-30.
145. Alkattan R, Lippert F, Tang Q, Eckert GJ, Ando M. The influence of hardness and chemical composition on enamel demineralization and subsequent remineralization. *J Dent*. 2018;75(1):34-40.
146. Abufarwa M, Noureldin A, Campbell PM, Buschang PH. Comparative study of two chemical protocols for creating white spot lesions: An in vitro FluoreCam evaluation. *J Investig Clin Dent*. 2018;9(1):e12274.
147. Behnaz M, Kasraei S, Yadegari Z, Zare F, Nahvi G. Effects of Orthodontic Bonding Containing TiO₂ and ZnO Nanoparticles on Prevention of White Spot Lesions: an In Vitro Study. *Biointerface Res Appl Chem*. 2021;12(1):431-40.
148. Bradshaw DJ, Lynch RJM. Diet and the microbial aetiology of dental caries: new paradigms. *Int Dent J*. 2013;63(1):64-72.
149. Tang G, Yip H-K, Cutress TW, Samaranayake LP. Artificial mouth model systems and their contribution to caries research: a review. *J Dent*. 2003;31(3):161-71.

150. Zhang A, Chen R, Aregawi W, He Y, Wang S, Aparicio C, Rudney J, Chew HP, Fok AS. Development and calibration of biochemical models for testing dental restorations. *Acta Biomater.* 2020;109(1):132-41.
151. Kammoun R, Zmantar T, Ghoul S. Scanning electron microscopy approach to observe bacterial adhesion to dental surfaces. *MethodsX.* 2020;7(1):101-7.
152. Sudjalim TR, Woods MG, Manton DJ, Reynolds EC. Prevention of demineralization around orthodontic brackets in vitro. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(6):705-9.
153. Hu W, Featherstone JD. Prevention of enamel demineralization: an in-vitro study using light-cured filled sealant. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128(5):592-600.
154. Fatima N, Ali Abidi S, Meo AA. In vitro comparative study of two different bleaching agents on micro-hardness dental enamel. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2016;26(2):83-6.
155. Farhadian N, Rezaei-Soufi L, Jamalian SF, Farhadian M, Tamasoki S, Malekshoar M, Javanshir B. Effect of CPP-ACP paste with and without CO₂ laser irradiation on demineralized enamel microhardness and bracket shear bond strength. *Dental Press J Orthod.* 2017;22(1):53-60.
156. Kawamoto B. Effects of Fluoride Varnish Application and Phosphate Buffered Saline Solution with or Without Demineralizing Conditions Prior to Bracket Bonding on Subsequent Enamel-Bracket Shear Bond Strength. *Univ Minn Med Bull.* 2020;2(2):12-9.
157. Schnitt RA. Antimicrobial Effects of GL13K Peptide Coatings on *S. mutans* and *L. casei*: University of Minnesota, PhD Thesis; 2015.
158. Lohfeld S, Kawamoto B, Wang Y, Walker MP. Effect of fluoride varnish in combination with simulated oral environment on enamel–bracket shear bond strength. *Odontology.* 2022;1(1):1-8.

159. Hayati F, Okada A, Kitasako Y, Tagami J, Matin K. An artificial biofilm induced secondary caries model for in vitro studies. *Aust Dent J*. 2011;56(1):40-7.
160. Featherstone J. Modeling the caries-inhibitory effects of dental materials. *Dent Mater*. 1996;12(3):194-7.
161. Fontana M, Haider A, González-Cabezas C. Caries lesion development and biofilm composition responses to varying demineralization times and sucrose exposures. *Biofilms*. 2004;1(4):229-37.
162. Arthur RA, Kohara EK, Waeiss RA, Eckert GJ, Zero D, Ando M. Enamel carious lesion development in response to sucrose and fluoride concentrations and to time of biofilm formation: an artificial-mouth study. *J Oral Dis*. 2014;2014(1):1-8.
163. Gokce G, Savas S, Kucukyilmaz E, Veli I. Effects of toothpastes on white spot lesions around orthodontic brackets using quantitative light-induced fluorescence (QLF). *J Orofac Orthop*. 2017;78(6):480-6.
164. Besnard C, Harper RA, Salvati E, Moxham TE, Brandt LR, Landini G, Shelton RM, Korsunsky AM. Analysis of in vitro demineralised human enamel using multi-scale correlative optical and scanning electron microscopy, and high-resolution synchrotron wide-angle X-ray scattering. *Mater Des*. 2021;206:109739.
165. González-Sotelo A, Rodríguez-Vilchis LE, Contreras-Bulnes R. Effect of Er: YAG and Fluoride Varnishes for Preventing Primary Enamel Demineralisation. *Oral Health Prev Dent*. 2019;17:317-21.
166. Roberts JM, Bradshaw DJ, Lynch RJ, Higham SM, Valappil SP. Quantifying the demineralisation of enamel using a hyperspectral camera measuring fluorescence loss. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2021;36:102603.
167. Rodrigues J, Sarti C, Assunção C, Arthur R, Lussi A, Diniz M. Evaluation of laser fluorescence in monitoring non-cavitated caries lesion progression on smooth surfaces in vitro. *Lasers Med Sci*. 2017;32(8):1793-800.

168. Aljehani A, Tranæus S, Forsberg CM, Angmar-Månsson B, Shi XQ. In vitro quantification of white spot enamel lesions adjacent to fixed orthodontic appliances using quantitative light-induced fluorescence and DIAGNOdent. *Acta Odontol Scand.* 2004;62(6):313-8.
169. Rashid MF, Karobari MI, Halim MS, Noorani TY. Effectiveness of Visual-Tactile Examination and DIAGNOdent Pen in Detecting Early Enamel Caries and Its Remineralisation: An In Vitro Study. *BioMed Res Int.* 2022;2022:1263750.
170. Shi X-Q, Tranæus S, Angmar-Månsson B. Validation of DIAGNOdent for quantification of smooth-surface caries: an in vitro study. *Acta Odontol Scand.* 2001;59(2):74-8.
171. Tassoker M, Ozcan S, Karabekiroglu S. Occlusal Caries Detection and Diagnosis Using Visual ICDAS Criteria, Laser Fluorescence Measurements, and Near-Infrared Light Transillumination Images. *Med Princ Pract.* 2020;29(1):25-31.
172. Mohanraj M, Prabhu VR, Senthil R. Diagnostic methods for early detection of dental caries-A review. *J Pedod.* 2016;1(1):29.
173. Lussi A, Francescut P. Performance of conventional and new methods for the detection of occlusal caries in deciduous teeth. *Caries Res.* 2003;37(1):2-7.
174. Martins ML, Leite KLdF, Pacheco-Filho EF, Pereira AFdM, Romanos MTV, Maia LC, Fonseca-Gonçalves A, Padilha WWN, Cavalcanti YW. Efficacy of red propolis hydro-alcoholic extract in controlling *Streptococcus mutans* biofilm build-up and dental enamel demineralization. *Arch Oral Biol.* 2018;93:56-65.
175. Tostes MA. Effect of Pit and Fissure Sealants on the Prevention of Enamel Demineralization After Exposure to *Streptococcus mutans* Biofilm: An In Vitro Study. *J Pediatr.* 2020;6(1):12-9.
176. Ghiz MA, Ngan P, Kao E, Martin C, Gunel E. Effects of sealant and self-etching primer on enamel decalcification. Part II: An in-vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(2):206-13.

177. Tanna N, Kao E, Gladwin M, Ngan PW. Effects of sealant and self-etching primer on enamel decalcification. Part I: An in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;135(2):199-205.
178. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives: Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater*. 2001;17(5):430-44.
179. Iijima M, Ito S, Yuasa T, Muguruma T, Saito T, Mizoguchi I. Bond strength comparison and scanning electron microscopic evaluation of three orthodontic bonding systems. *Dent Mater J*. 2008;27(3):392-9.
180. Bilen HB, Çokakoğlu S. Effects of one-step orthodontic adhesive on microleakage and bracket bond strength: An in vitro comparative study. *Int Orthod*. 2020;18(2):366-73.
181. Atash R, Fneiche A, Cetik S, Bahrami B, Balon-Perin A, Orellana M, Glineur R. In vitro evaluation of microleakage under orthodontic brackets bonded with different adhesive systems. *Eur J Dent Educ*. 2017;11(2):180-5.
182. Yıldız BB. İn-vitro evaluation of microleakage under orthodontic brackets bonded with various adhesive systems. Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi. 2020.
183. Ulker M, Uysal T, Ramoglu SI, Ertas H. Microleakage under Orthodontic Brackets Using High-Intensity Curing Lights. *Angle Orthod*. 2009;79(1):144-9.
184. James JW, Miller BH, English JD, Tadlock LP, Buschang PH. Effects of high-speed curing devices on shear bond strength and microleakage of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;123(5):555-61.
185. Visel D, Jäcker T, Jost-Brinkmann PG, Präger TM. Demineralization adjacent to orthodontic brackets after application of conventional and self-etching primer systems. *J Orofac Orthop*. 2014;75(5):358-73.

186. Zope A, Zope-Khalekar Y, Chitko SS, Kerudi VV, Patil HA, Bonde PV, Jaltare P, Dolas SG. Comparison of Self-Etch Primers with Conventional Acid Etching System on Orthodontic Brackets. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(12):19-22.
187. Cal-Neto JP, Miguel JAM. Scanning Electron Microscopy Evaluation of the Bonding Mechanism of a Self-etching Primer on Enamel. *Angle Orthod.* 2006;76(1):132-6.
188. Montasser MA, El-Wassefy NA, Taha M. In vitro study of the potential protection of sound enamel against demineralization. *Prog Orthod.* 2015;16(1):1-6.
189. Kohda N, Iijima M, Brantley W, Muguruma T, Yuasa T, Nakagaki S, Mizoguchi I. Effects of bonding materials on the mechanical properties of enamel around orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2011;82(2):187-95.
190. Vicente A, Bravo LA, Romero M, Ortíz AJ, Canteras M. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with self-etching primers. *Am J Dent.* 2005;18(4):256-60.
191. Narendran S, Raghunath N. Comparison of enamel demineralization around orthodontic brackets bonded with conventional etching, self-etch primer and antimicrobial monomer containing self-etch primer. *Int J Adv Res Innov Ideas Educ.* 2019;2(3):18-22.
192. Hung C-Y, Yu J-H, Su L-W, Uan J-Y, Chen Y-C, Lin D-J. Shear Bonding Strength and Thermal Cycling Effect of Fluoride Releasable/Rechargeable Orthodontic Adhesive Resins Containing LiAl-F Layered Double Hydroxide (LDH) Filler. *Materials.* 2019;12(19):3204.
193. Zrinski MT, Miljanic S, Peros K, Turco G, Contardo L, Spalj S. Fluoride release and recharge potential of remineralizing orthodontic adhesive systems. *Fluoride.* 2019;52(3):397-403.
194. Krasniqi S, Sejđini M, Stubljär D, Jukic T, Ihan A, Aliu K, Aliu X. Antimicrobial Effect of Orthodontic Materials on Cariogenic Bacteria *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus acidophilus*. *Med Sci Monit Basic Res.* 2020;26:e920510.

195. Pakshir H, Ajami S. Effect of Enamel Preparation and Light Curing Methods on Microleakage under Orthodontic Brackets. *J Dent (Tehran)*. 2015;12(6):436-46.
196. Ok U, Aksakalli S, Eren E, Kechagia N. Single-component orthodontic adhesives: comparison of the clinical and in vitro performance. *Clin Oral Investig*. 2021;25(6):3987-99.
197. Iglesias A, Flores T, Moyano J, Artés M, Gil FJ, Puigdollers A. In Vitro Study of Shear Bond Strength in Direct and Indirect Bonding with Three Types of Adhesive Systems. *Materials*. 2020;13(11):2644.
198. Turğut A. Ortodontik metal braketlerin yapıştırılmasında kullanılan primersiz tek adımlık sistemin beyaz nokta lezyonu oluşumu ve bağlanma dayanımı açısından klinik olarak değerlendirilmesi. Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık tezi. 2020.

8. EKLER

Ek 1. Etik Kurul Onayı

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı, 67600/ Kozlu-ZONGULDAK
	TELEFON	0 372 261 32 60 Dahili -3260
	FAKS	(0372) 261 02 65
	E-POSTA	etiksekreterya@gmail.com

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ / UNVANI/ ADI SOYADI	Dr. Öğr. Üyesi Orhan ÇİÇEK
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı Tip Yapıştırma Ajanlarının Mine Demineralizasyonuna Etkisinin Yapay Karyojenik Süspansiyon Ortamında Değerlendirilmesi

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2022/03	Tarih: 09/02/2022
	Yukarıda bilgileri verilen çalışmanın yapılmasında etik ve bilimsel açıdan sakınca olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.	

Prof. Dr. Günhan ÖZBAKİŞ DENGİZ
Başkan

Prof. Dr. İ. Etem RİŞKİN

Prof. Dr. Sibel KÖÇAN
Üye

Doç. Dr. Duygu EKİDEM
Üye

Doç. Dr. Bülent ALTINSOY
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Bilgehan AÇIKGÖZ
Üye

Dr. Öğr. Üyesi İnci TURAN
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Esra ACIMAN DEMİREL
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Hakan KARDEŞ
Üye

Öğr. Gör. İbrahim Kerem ERTEM
Üye

8.2. İntihal Raporu Beyan Formu

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Ortodonti Anabilim Dalında yürütülen “Farklı Tip Yapıştırma Ajanlarının Mine Demineralizasyonuna Etkisinin Yapay Karyojenik Süspansiyon Ortamında Değerlendirilmesi” başlıklı tez için akademik intihal engelleme programında yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdadır.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

25/10/2022

Öğrenci Adı-Soyadı

Arş. Gör. Raif Murat DEMİRCİOĞLU

Danışman Adı-Soyadı

Dr. Öğr. Üyesi Orhan ÇİÇEK

BENZERLİK ORANLARI: %13

Ek: İntihal tespit programı çıktısı

8.3. İntihal Tespit Program Çıktısı

Farklı Tip Yapıştırma Ajanlarının Mine Demineralizasyonuna Etkisinin Yapay Karyojenik Süspansiyon Ortamında Değerlendirilmesi

ORJİNALLİK RAPORU

% 13	% 12	% 5	% 3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%5
2	acikerisim.erbakan.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
3	tod.org.tr İnternet Kaynağı	%1
4	openaccess.bezmialem.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
5	Submitted to Eastern Mediterranean University Öğrenci Ödevi	<%1
6	www.jsdmd.jp İnternet Kaynağı	<%1
7	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<%1
8	istanbulsaglik.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1

9	Ece Debre, Kerem Alptekin, Jülide Alptekin, Ashley Giritharan. "Study on the effect of TENS, exercise and friction massage on the masseter regarding masseter-derived cervical myofascial pain", Advances in Rehabilitation, 2020 Yayın	<% 1
10	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	<% 1
11	acikerisim.deu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
12	Handan Bayar Bilen, Serpil Çokakoğlu. "Effects of one-step orthodontic adhesive on microleakage and bracket bond strength: An in vitro comparative study", International Orthodontics, 2020 Yayın	<% 1
13	burkonturizm.com İnternet Kaynağı	<% 1
14	acikerisim.baskent.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
15	acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
16	tod2018.org İnternet Kaynağı	<% 1

17	Submitted to Bülent Ecevit Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
18	Submitted to Erciyes Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
19	acikerisim.selcuk.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
20	acikerisim.dicle.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
21	dergipark.ulakbim.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
22	acikerisim.pau.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
23	cocukergen2020.com İnternet Kaynağı	<% 1
24	libir.josai.ac.jp İnternet Kaynağı	<% 1
25	www.csgeb.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
26	www.exploredoc.com İnternet Kaynağı	<% 1
27	Submitted to Okan Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
28	www.dicle.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1

29	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<% 1
30	Submitted to Yeditepe University Öğrenci Ödevi	<% 1
31	www.jetr.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
32	HAZNEDAROĞLU, Faruk, SÜBAY, Kemal, TANK, Kutlu and AŞÇI, Selmin. "Kanal dolgu patı kullanılarak veya kullanılmadan uygulanan iki değişik termoplastik güta perka enjeksiyon tekniğinin apikal sızıntı yönünden değerlendirilmesi", İstanbul Üniversitesi, 1996. Yayın	<% 1
33	Nurcan Hamzaoglu, Burcu Türk, Yasemin Sanal. "Ceza Soruşturması ve Yaptırımlarının Caydırıcılık Etkisinin Değerlendirilmesi", The Bulletin of Legal Medicine, 2019 Yayın	<% 1
34	akbis.pau.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
35	saber.ucv.ve İnternet Kaynağı	<% 1
36	worldwidescience.org İnternet Kaynağı	<% 1
37	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1

38 www.klimud.org <% 1
İnternet Kaynağı

39 www.sbk2016.org <% 1
İnternet Kaynağı

40 "Abstracts of Lectures and Scientific Posters", <% 1
The European Journal of Orthodontics, 2015.
Yayın

41 Esra ERKAN, Şeniz KARAÇAY. "Correction of <% 1
Skeletal Class III Malocclusion and Dentofacial
Asymmetry with Camouflage Treatment",
Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences,
2022
Yayın

42 Hyo-kyung Ryu, Yong-do Kim, Sung-su Heo, <% 1
Sang-cheol Kim. "Effect of carbonated water
manufactured by a soda carbonator on
etched or sealed enamel", The Korean Journal
of Orthodontics, 2018
Yayın

43 M.-Ch. D.N.J.M. Huysmans, Ch. Longbottom, <% 1
N.B. Pitts. "Electrical Methods in Occlusal
Caries Diagnosis: An in vitro Comparison with
Visual Inspection and Bite-Wing
Radiography", Caries Research, 1998
Yayın

44 cmuir.cmu.ac.th <% 1
İnternet Kaynağı

45 es.scribd.com <% 1
İnternet Kaynağı

46 openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 <% 1
İnternet Kaynağı

47 www.acarindex.com <% 1
İnternet Kaynağı

48 Öner SAKALLIOĞLU, Şinasi YALÇIN, Figen KAYMAZ, Kadriye Mine ERGUN ERBİL, Hayrettin Cengiz ALPAY, Hatice Mürvet HAYRAN. "Effect of Noise Application on Hearing Following Exogenous Glucocorticoid Exposure an Experimental Animal Study", *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 2012
Yayın

49 "ABSTRACTS OF LECTURES AND POSTERS * EUROPEAN ORTHODONTIC SOCIETY, 84th Congress Lisbon, Portugal 2008, 10-14 June", *The European Journal of Orthodontics*, 08/27/2008
Yayın

50 "ABSTRACTS OF LECTURES AND POSTERS * EUROPEAN ORTHODONTIC SOCIETY, 85th Congress Helsinki, Finland 2009, 10-14 June", *The European Journal of Orthodontics*, 08/01/2009
Yayın

51

"ABSTRACTS OF LECTURES AND POSTERS *
EUROPEAN ORTHODONTIC SOCIETY, 82nd
Congress Vienna, Austria 2006, 4-8 July", The
European Journal of Orthodontics, 12/01/2006
Yayın

<% 1

52

"Poster Özetleri / Poster Abstracts", Turkish
Journal of Biochemistry, 2015
Yayın

<% 1

Alıntılarını çıkart

Kapat

Eşleşmeleri çıkar

Kapat

Bibliyografyayı Çıkart

üzerinde

8.4. Tez Yazım Değerlendirme Formu

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Ortodonti Anabilim Dalında yürütülen “Farklı Tip Yapıştırma Ajanlarının Mine Demineralizasyonuna Etkisinin Yapay Karyojenik Süspansiyon Ortamında Değerlendirilmesi” başlıklı ve uzmanlık öğrencisi Raif Murat DEMİRCİOĞLU tarafından hazırlanan uzmanlık tezinde;

- ☒ DİŞ KAPAK SAYFASI
- ☒ İÇ KAPAK SAYFASI
- ☒ TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI
- ☒ ÖNSÖZ SAYFASI
- ☒ TÜRKÇE ÖZET
- ☒ İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)
- ☒ İÇİNDEKİLER
- ☒ SİMGELER ve KISALTMALAR
- ☒ ŞEKİL DİZİNİ (Gerekli ise)
- ☒ TABLO DİZİNİ (Gerekli ise)
- ☒ GİRİŞ
- ☒ GENEL BİLGİLER
- ☒ GEREÇ ve YÖNTEM
- ☒ BULGULAR
- ☒ TARTIŞMA
- ☒ SONUÇLAR
- ☒ KAYNAKLAR
- ☒ EKLER (Etik kurul onayı vb.)
- ☒ ÖZGEÇMİŞ
- ☒ İNTİHAL RAPORU
- ☒ FORMATLA İLGİLİ DİĞER HUSUSLAR (Alt bölümler, Latince isimler, Ondalık ayrıçlar, Metin içerisindeki göndermeler ve kaynak göstermeler, Alıntılar, Dipnotlar, Simgeler ve kısaltmalar vb.)

Tez yazım kılavuzunda belirtildiği gibi hazırlanmıştır.

Yukarıda belirtilen hususlar tarafımdan kontrol edilmiştir.

Danışmanın Adı-Soyadı: Dr. Öğr. Üyesi Orhan ÇİÇEK

Tarih: 25.10.2022

İmza: 

Kontrol Eden

Adı-Soyadı: Prof. Dr. Emre BODRUMLU

Tarih: 25.10.2022

İmza:

9. ÖZGEÇMİŞ

I. Kişisel Bilgiler

Adı: Raif Murat

Soyadı: DEMİRCİOĞLU

Doğum Yeri: [REDACTED]

Doğum Tarihi: [REDACTED]

Uyruğu: [REDACTED]

Medeni Hali: [REDACTED]

Adresi: [REDACTED]

[REDACTED]

Tel: [REDACTED]

E-posta: [REDACTED]

II. Eğitimi

2019- Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti

Anabilim Dalı

2013-2017 Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

2010-2012 Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği

2005-2009 Muğla Anadolu Öğretmen Lisesi

2003-2005 Kocamustafendi İlköğretim Okulu

1997-2003 Yeniköy T.E.K. İlköğretim Okulu

III. Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

Türk Ortodonti Derneği

IV. Bilimsel İlgi Alanları, Katıldığı Bilimsel Kongre, Sempozyum ve Toplantılar

1. 17. Türk Ortodonti Derneği Uluslararası Sanal Sempozyumu, Türkiye (Kasım 28-29, 2021)

2. 17. Türk Ortodonti Derneği Uluslararası Sanal Kongresi, Türkiye (Mart 12-14, 2021)