



**T.C.
YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**MİNE DEMİNERALİZASYONU ÜZERİNE FARKLI
BONDİNG MATERYALLERİ VE VERNİK
MATERYALİNİN ETKİLERİNİN İN-VİTRO OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. HACI SİNAN ATICI

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Tülin Arun**

İSTANBUL – 2007

TEŞEKKÜR

Ortodonti eğitimim sırasında sunmuş olduğu olanaklar ve desteği için Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı Sayın **Prof. Dr. Türker Sandallı**' ya,

Ortodonti eğitimim boyunca bana büyük emeği geçen ve her konuda destek ve yardımcı olan, değerli hocam ve tez danışmanım Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Başkanı Sayın **Prof. Dr. Tülin Arun**' a,

Tezimin hazırlanmasındaki içten yardımları ve doktora eğitimime yapmış olduğu katkılarından dolayı Sayın **Doç. Dr. Korkmaz Sayınsu**' ya,

Tezimin konusunun hazırlanmasında ve doktora eğitimim sırasında eğitimime yaptığı katkılardan dolayı Sayın **Doç. Dr. Fulya Işık Özdemir**' e,

Doktora eğitimim sırasında bana destek ve yardımcı olan **Yrd. Doç. Dr. Didem Nalbantgil Özdemir**' e, **Yrd. Doç. Dr. Göksu Trakyalı**' ya, **Yrd. Doç. Dr. Derya Germeç Çakan**' a ve **Uzm Dr. Oğuz Öztoprak**' a,

4 yıllık doktora öğrenciliğim boyunca hep yanımda olup, yardım ve desteklerini esirgemeyen değerli çalışma arkadaşlarım **Dr. Berna Yüzbaş**, **Dr. Ufuk Demir**, **Dr. Gülçin Acun**, **Dr. Resai Aydın**, **Dr. Çiğdem Tabakoğlu**, **Dt. İdil Bozkuş**, **Dt. Feyza Ülkür** ve diğer çalışma arkadaşlarıma,

Tüm yaşamım boyunca bana hep destek olan ve yol gösteren değerli annem **Meryem Nur Atıcı**, babam **Salim Atıcı**, ablam **Dr. Tiginçe Kabukçu**, eniştem **Dr. Cihan Kabukçu**, yeğenim **Utku Kabukçu**' ya,

Her zaman yanımda olan sevgili nişanlım **Güliden Pınar Erdoğan**' a,

4 yıllık doktora öğrenciliğim boyunca bana verdiği maddi ve manevi desteklerden dolayı sevgili ağabeylerim **Hüseyin Pala'** ya, **Dt. Hamit Yüzbaş'** a en içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, mine yüzeyinde oluşabilecek demineralizasyon üzerine farklı bonding materyalleri ile fluorür içeren vernik materyalinin ortodontik tedavi sırasında etkilerinin in-vitro olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmamızda 45 adet sığır dişi kullanılmıştır. Dişler, onbeşerlik üç eşit gruba ayrılmışlardır. Kontrol grubunda ayrıca bir işlem uygulanmadan braketler Transbond XT ile yapıştırılmıştır. İkinci grupta, dişlerin mine yüzeylerine Clearfil™ Protect Bond materyali uygulaması yapılmıştır. Üçüncü grupta da asitleme işleminin ardından, dişlerin mine yüzeylerine Duraflor vernik materyali uygulanmış, daha sonra braketler Transbond XT ile yapıştırılmıştır.

Her bir grupta 15'er tane olmak üzere toplam kırkbeş adet braket uygulanmış diş, her biri içinde 2 ml solüsyon bulunan cam esaslı tüplerde bekletilmiştir. Dişler bir gün içerisinde toplam 16 saat remineralizasyon, 7 saat de demineralizasyon solüsyonunda vücut ısısını taklit edecek şekilde 37°C'de etüvde bekletilmiştir. Demineralizasyon ve remineralizasyon siklusu 30 gün boyunca devam ettirilmiştir. Siklus başlatılmadan önce dişlerin lazer floresans ölçümleri yapılmış, siklusun tamamlanmasının ardından da dişler lazer floresans aygıtı (DIAGNOdent) ve Vickers uçlu kesit mikrosertlik (Micromet 5114, Buehler®) testiyle altı pozisyonda ve beş derinlikte incelenmiştir.

Çalışma sonucunda, floresans ölçümlerinin başlangıç ve sonuç değerleri anlamlı bulunmuştur. Benzer şekilde hem floresans ölçümleri hem de mikrosertlik bulgularına göre Clearfil™ Protect Bond grubu diğer iki gruptan, Duraflor grubu da kontrol grubundan daha az demineralizasyon göstermiştir.

Anahtar sözcükler: Bonding materyalleri, vernik materyali, mine demineralizasyonu

SUMMARY

IN-VITRO EVALUATION OF EFFECTS OF DIFFERENT BONDING MATERIALS AND A VARNISH ON ENAMEL DEMINERALIZATION

The aim of this in vitro study is to evaluate the effects of two different bonding materials and a fluoride varnish on enamel demineralization which can occur during orthodontic treatment.

In this study, 45 caries-free bovine teeth are allocated to three groups and brackets were placed on the teeth with Transbond™ XT paste. In the control group Transbond™ XT primer is used as a bonding material. In the second group Clearfil™ Protect Bond primer is applied and in the last group Transbond™ XT primer is used and prior to a fluoride releasing varnish which is applied to the tooth surface. All samples were then cycled for 30 days through a daily procedure of demineralization for seven hours and remineralization for 16 hours at 37°C in order to simulate the body temperature. Teeth were examined by a laser fluorescence device (DIAGNOdent) at the beginning and at the end of the pH cycling procedure. In addition, at the end of the pH cycling procedure the teeth were sectioned and evaluated quantitatively by cross-sectional microhardness testing. Each sample was assessed by microhardness profiles across the cut surface with a microhardness tester (Micromet 5114, Buehler®) fitted with a Vickers diamond. On each sample, indentations were made on 6 positions and 5 depths.

According to the data obtained, when used in combination with before and the after DIAGNOdent readings, significant differences are observed. The analysis of the final DIAGNOdent readings showed that the fluorescence degrees of Clearfil™ Protect Bond group were lower than the other two groups and, the fluorescence degrees of Durafleur™ were lower than the Transbond™

XT group. According to the cross-sectional microhardness test results, it is found that hardness numbers of Clearfil™ Protect Bond group were higher than the other two groups and hardness numbers of Durafluor™ group were higher than the Transbond™ XT group. In the statistical analyses of the hardness numbers between depths, no significant results are obtained in the Clearfil™ Protect Bond group. Furthermore, in both groups, Durafluor™ and Transbond™ XT, a significant demineralization is observed as the depth decreased towards to the outer enamel surface.

Key words: Bonding materials, varnish materials, enamel demineralization

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	I
ÖZET	II
SUMMARY	III
İÇİNDEKİLER	V
KISALTMALAR VE SİMGELER	VIII
RESİM LİSTESİ	IX
TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ	X
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
Diş Minesi, Beyaz Nokta Lezyonlarının Oluşumu ve Yapısı	3
Sabit Ortodontik Tedavi ve Mine Demineralizasyonları	7
Çürük Oluşumunun Engellenme Mekanizmaları	11
Antibakteriyel Ajanların Kullanımı	12
Fluorür Uygulamaları	12
Yapıştırıcı Maddeler	17
Cam İyonomer Simanlar	17
Kompozit Simanlar	18
Bonding Materyalleri	20
Demineralizasyon ve Diş minesi Mineralizasyon	
Yapısının İncelenme Yöntemleri	23
Klinik Gözleme Dayalı Hazırlanan Skalalar	23
Polarize Işık Mikroskobu	23
Transvers Mikroradyografi	23
Asit Biyopsisi	24
Spektrofotometre	24
	24
	26
	28
	29

Mikrosertlik Testi	
Kantitatif Işık Etkili Floresans (QLF)	
Diyotlu Lazer Floresans (DIAGNOdent)	
Dijital Fiber Optik Transillüminasyon (DIFOTI)	
3. GEREÇ VE YÖNTEM	30
Gereç	30
Braketler	30
Bonding Materyalleri	30
Vernik Materyali	31
Kompozit Yapıştırıcı	32
Dişler	32
LED Işın Cihazı	33
DIAGNOdent	33
Mikrotom Cihazı	34
Cilalama Aygıtı	35
3.1.10. Mikrosertlik Test Cihazı	35
Yöntem	36
Dişlerin Hazırlanması ve Saklanması	36
Başlangıç DIAGNOdent Ölçümleri	36
Grupların Oluşturulması ve Braketlerin Yapıştırılması	37
Deminerlizasyon ve Reminerlizasyon Solüsyonları	38
Deney Düzeneği	39
Değerlendirme Metodu	40
Son DIAGNOdent Ölçümleri	40
Mikrosertlik Ölçümleri	41
3.3. İstatistiksel Değerlendirme	43
4. BULGULAR	44
DIAGNOdent Ölçümlerinin Sonuçları	44
Mikrosertlik Testi Sonuçları	46
Derinlik İçinde Yapılan Değerlendirmeler	46
Derinlikler Arası Yapılan Değerlendirmeler	50
	55
	57
	60
	62

Değişkenler Arası Yapılan Değerlendirmeler

5. TARTIŞMA

DIAGNOdent Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Mikrosertlik Testi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

6. SONUÇLAR

67

7. KAYNAKLAR

69

8. ÖZGEÇMİŞ

83

KISALTMALAR ve SİMGELER

1. μm : Mikrometre
2. $^{\circ}$: Derece
3. $<$: ' den küçüktür
4. $>$: ' den büyüktür
5. % : Yüzde
6. gr : Gram
7. kg : Kilogram
8. sn : Saniye
9. ppm : milyonda bir birim (parts per million)
10. CIS : cam iyonomer siman
11. RMCIS : rezin modifiye cam iyonomer siman
12. = : Eşittir
13. QLF : kantitatif ışık etkili floresans (Quantitative light induced fluorescence)
14. CCD : çift şarj edilebilen aygıt (charged coupled device)
15. mm : Milimetre

16. nm : Nanometre

RESİM LİSTESİ

Resim 2.1. Beyaz nokta lezyonları

Resim 2.2. Zamanla renkleşen ve kaviteleşen beyaz nokta lezyonları

Resim 2.3. Sabit ortodontik tedavi öncesi mine yüzey görünümü

Resim 2.4. Sabit ortodontik tedavi sonrası oluşan demineralizasyon alanları

Resim 2.5. Sağlıklı bir dişin QLF görüntüsü

Resim 3.1. Clearfil Protect Bond bonding standart paketi

Resim 3.2. Duraflor vernik materyali

Resim 3.3. Transbond™ XT primeri ve pastası

Resim 3.4. Mectron Starlight LED ışın cihazı

Resim 3.5. Lazer floresans aygıtı, DIAGNOdent

Resim 3.6. Mikrotom

Resim 3.7. Cilalama Aygıtı

Resim 3.8. Mikroserlik Test Cihazı

Resim 3.9-A, B, C Başlangıç DIAGNOdent ölçümlerinin yapılması

Resim 3.9-D Son diagnodent ölçümlerinin yapılması

Resim 3.10-A,B,C Duraflor grubunun oluşturulması

Resim 3.11. Örneklerin bekletildiği cam esaslı tüpler

Resim 3.12. Test numunelerinin bekletildiği etüv

Resim 3.13. Akrilik içerisine gömülmüş kesit örneği

TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

Tablo 4.1 Dört noktadan başlangıçta ve siklus sonunda alınan değerlerin grup içi ve gruplar arası değerlendirmesinin yapıldığı varyans analizi sonuçları. Değerler 'Ortalama \pm Standart Sapma' olarak verilmiştir.

Tablo 4.2 Deney sonundaki DIAGNOdent ölçümlerine göre gruplar arası farkın belirlenmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Tablo 4.3 10 μm ' de yapılan varyans analizi sonuçları

Tablo 4.3 10 μm ' de yapılan varyans analizi sonuçları

Tablo 4.4 20 μm ' de yapılan varyans analizi sonuçları

Tablo 4.5 40 μm ' de yapılan varyans analizi sonuçları

Tablo 4.6 70 μm ' de yapılan varyans analizi sonuçları

Tablo 4.7 90 μm ' de yapılan varyans analizi sonuçları

Tablo 4.8 Tüm derinliklerde gruplar arası yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Tablo 4.9. Üç gruba ait oklüzal bölgede yapılan ölçümlerin derinliklere göre karşılaştırmasının yapıldığı Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Tablo 4.10 Üç gruba ait servikal bölgede yapılan ölçümlerin derinliklere göre karşılaştırmasının yapıldığı Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Tablo 4.11 Üç gruba ait oklüzal ve servikal bölgede yapılan ölçümlerin derinliklere göre karşılaştırmasının yapıldığı varyans analizi sonuçları

Tablo 4.12. Pearson korelasyon testine göre DIAGNOdent servikal son ölçümleriyle, mikrosertlik ölçümleri arasındaki ilişki

Tablo 4.13. Pearson korelasyon testine göre DIAGNOdent oklüzal son ölçümleriyle, mikrosertlik ölçümleri arasındaki ilişki

Şekil 2.1 Vikers ucunun şekli ve ucu oluşturan açılar

Şekil 2.2 Knoop ucunun şekli ve ucu oluşturan açılar

Şekil 3.1. Mikrosertlik ölçümlerinin yapıldığı pozisyonlar ve derinlikler

Şekil 4.1 Dört ölçüm bölgesinde başlangıç değerleri ile son değerlerin gruplar arası grafiksel karşılaştırması

Şekil 4.2. Oklüzal bölgede yapılan ölçümlerin derinlikler arası karşılaştırmasının grafiksel olarak gösterimi

Şekil 4.3. Servikal bölgede yapılan ölçümlerin derinlikler arası karşılaştırmasının grafiksel olarak gösterimi

Şekil 4.4. Pearson korelasyon testine göre DIAGNOdent oklüzal son ölçümleriyle, mikrosertlik ölçümleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafik

Şekil 4.5. Pearson korelasyon testine göre DIAGNOdent servikal son ölçümleriyle, mikrosertlik ölçümleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafik

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Demineralizasyon, ortalama iki seneyi bulan sabit ortodontik tedavi sırasında sıklıkla rastlanılan, hem hastada estetik problem yaratan hem de hekim için yapılan tedavinin başarısını etkileyen, önemli bir tedavi komplikasyonudur. Mine üzerinde meydana gelen demineralizasyon alanları, klinik olarak beyaz renkli, yaygın lezyonlar olarak teşhis edilirler. Bu lezyonlar, asit üreten karyojenik bakteriler tarafından oluşturulmaktadır (1). Ortodontik tedavi gören hastalar üzerinde yapılan çalışmalarda, braket çevresinde bir ay içerisinde demineralizasyon alanlarının oluştuğu gözlenmiştir (2-6). Ortodontik tedavi sırasında kullanılan braketler ve diğer yardımcı unsurlar plak birikimini arttıran retantif sahalar oluştururlar (1,7,8). Bu alanların fazla olması, bakterilerin hızlı ve kolay kolonize olmalarına, dolayısıyla da kısa sürede demineralizasyon alanları oluşturmalarına neden olurlar (1).

Ortodontik tedavi sırasında meydana gelen demineralizasyon alanlarının önlenmesi için fluorürlü preparatların kullanımı önerilmektedir (7-13). Fluorür gargara, jel ve buna benzer şekillerde hastalara verilebilir, fakat bu yöntemlerde hasta kooperasyonuna gereksinim olması başarı oranını azaltmaktadır. Bu sebeple, son yıllarda demineralizasyon sorunu hasta kooperasyonu gerektirmeden, fluorürün ağız ortamına getirilmesiyle çözümlenmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla cam iyonomer simanlar ve fluorür serbestleyen kompozit simanlar ortodontide klinik kullanıma sunulmuştur. Bu özelliği taşıyan yapıştırıcılar, düşük konsantrasyonda, uzun süreli ve hasta kooperasyonuna bağlı olmaksızın fluorür serbestleme özelliklerinden dolayı klasik ortodontik yapıştırıcılara bir alternatif teşkil etmektedirler. Günümüzde fluorür salgılayan pek çok adesiv bulunmaktadır. Fakat yapılan uzun dönem klinik çalışmalarında bu adesivlerin de çok etkili olmadığı gözlenmiştir (14,15).

Demineralizasyonu önlemede kullanılan bir diğer yöntem de braketleme öncesi mine yüzeyine rezin bonding uygulanmasıdır. Resin bonding uygulamasının mine yüzeyini demineralizasyona karşı koruduğu düşünülmektedir. İlk başlarda yapılan çalışmalarda, rezin bondinglerin mine demineralizasyonunu önlemede anlamlı sonuçlar çıkardığı görülmüştür (16,17).

Zamanla, özellikle kimyasal olarak polimerize olan bondinglerin bir takım dezavantajları ortaya çıkmıştır. Bonding tabakasında oksijen baskılaması nedeniyle tam olarak polimerize olamayan katmanlar kaldığı tespit edilmiştir (18). Son yıllarda üretici firmalar, rezinlerin geliştirilmesine ağırlık vermiş ve oksijenin baskılandığı tabaka oluşturmeyen bonding materyalleri piyasaya sürmüşlerdir. Buna ek olarak bonding sistemlerine eklenen fluorürün da demineralizasyonu önlediğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (19).

Çalışmamızda kullanılan Clearfil Protect Bond bonding materyali de üretici firma tarafından bu iddialarla üretilmiş bir bonding maddesidir. Bu çalışmada rezin bonding materyali olan ve fluorür salgılayan Clearfil™ Protect Bond ile fluorür salgılayan vernik materyali olan Duraflor™, un ortodontik tedavi sırasında braketlerin etrafında oluşan demineralizasyon alanlarının oluşumu üzerine etkileri in vitro olarak değerlendirilecektir.

2.GENEL BİLGİLER

Sabit ortodontik tedavi sırasında kuvvetler, braketler, bantlar ve çeşitli yardımcı ataşmanlar aracılığıyla dişlere iletilirler. Bu ataşmanların tedavi süresince ağız içinde sabit olarak durması, ortodontik tedaviyi uygulanan mekanikler açısından iyi bir seviyeye taşısa da bir takım problemleri de beraberinde getirmiştir. Ortodontik tedavi uygulanması amacıyla ağız içine yerleştirilen bantlar, braketler, ark telleri, ligatürler, vb. diğer tüm ataşmanlar, plak retansiyonunu arttırmakta ve aynı zamanda ağız hijyeninin sağlanmasını zorlaştırmaktadır. Kullanılan braket ve diğer yardımcı unsurlar önceleri dişi çepeçevre saran bantların üzerine lehim ya da punto işlemleri ile uygulanmıştır. İlk olarak **Buonocore' un (20)** 1955 yılında asitleme tekniğini uygulaması ve 1965'de **Newman' ın (21)** bu tekniği geliştirmesi ile 1970'li yıllardan itibaren braketler ve diğer ataşmanlar dişe doğrudan yapıştırılmaya başlanmıştır. Dişlerin üzerine doğrudan yapıştırma ile yapılan bu yöneme direkt yapıştırma (direct bonding) adı verilmiştir. Direkt yapıştırma işlemi, tüm dişlerin bantlanarak tedavi uygulanmasına göre demineralizasyon riskini azaltsa da mine demineralizasyonu hala sabit ortodontik tedavinin bir yan etkisi olarak varolmaktadır.

2.1. Diş minesini, Beyaz Nokta Lezyonlarının Oluşumu ve Yapısı

Diş minesini, ana bileşeni kalsiyum fosfat kompleksi olan hidroksiapatitten oluşmuş bir matriks içinde yer alan kristalize yapıda poröz bir dokudur. Normal mine dokusu hacminin %85' ini mineral (kalsiyum ve fosfat bileşiği olan hidroksiapatit), %3' ünü eşit hacimlerde protein ve lipitler yani organik maddeler ve geri kalan kısmını su oluşturmaktadır. Minedeki suyun %25 lik kısmı apatit kristallerine bağlı olup diğer kısmı da apatit kristallerini bir kabuk gibi sarar. Minenin en küçük yapı birimi olan ve mine prizması olarak adlandırılan yapılardan 1 mm³ minede 3000 ila 4000 arasında gözlenir. Mine prizmaları arasında yer alan boşluklar geniş olup organik madde ve sudan oluşan matriks ile doldurulmuştur. Mine, küçük asit molekülleri, fluorür, kalsiyum, fosfat gibi çeşitli iyonları ölçülebilir oranda yapısına alacak kadar poröz yapıda olması

itibariyle demineralizasyon ve remineralizasyon potansiyeli gösteren bir dokudur (22).

Demineralizasyon, diş minesinden minerallerin iyon formunda ayrılmasıdır (23). Minenin çözülmesi olarak da tanımlanabilir. Remineralizasyon da minenin matriksinden ayrılan iyonların, uygun pH' ta tekrar minenin yapısına katılmaları işlemidir. Diş minesinin mineral yapısı, hidroksiapatit kristalinin teşekkülü için gerekli elementleri içeren tükürük ile denge halinde olmakla birlikte doğal denge ortamında remineralizasyon ve demineralizasyon birbirini takip ederek yer alan süreçlerdir.

Demineralizasyon, mikroorganizmalar, diş ve diet etkeninin beraber sebep olduğu multifaktöriyel bir olaydır. Diş yüzeyinde mikrobiyal aktivite ile başlayıp, dentin ve sement dokularının progresif olarak yıkımı ile devam eder (24). Demineralizasyonun başlaması ve diş çürüğünün oluşumu üzerine proteolitik, asidojenik, proteoliz-şelasyon, oto-immunite ve sükroz-şelasyon olmak üzere bir takım teoriler öne sürülmüştür. Bunlar içinde bugün en çok kabul edileni asidojenik teoridir (24,25). İnsan dental plağı şekere maruz kaldığında, plak bakterileri diyet karbonhidratını fermente ederek asit oluştururlar. Bu durumda plak, başlangıç pH' ını durağan seviyesinden hızla minimuma düşürür, belli bir periyotta bu pH düzeyini korur ve pH'ın başlangıç düzeyine doğru yavaş artışı içeren tipik pH cevabını gösterir (26). Dental plak miktarındaki artışla beraber, plağın her miligramındaki karbonhidrat konsantrasyonu ve bakteri sayısında artış görülür. Karbonhidrat miktarındaki bu artış plak yapışkanlığında artışa ve diş yüzeylerinin tükürükle efektif olarak yıkanmasında azalmaya neden olarak, oluşan asidin tükürükle nötralizasyonunu azaltmakta ve daha asidojenik bir plak yapısı oluşmasına neden olmaktadır (27). Plak pH' ının tekrarlayan şekilde 1-3 dakikalık süreyle 5'in altına düşmesinin, diş yüzeyindeki hassas bölgelerin demineralize olmasına ve çürüğün başlamasına neden olabileceği bildirilmiştir (28,29).

Yapılan mikrobiyolojik çalışmalarda çürüğün oluşumunda en çok rol oynayan mikroorganizma gruplarının oral streptokoklar, laktobasiller ve aktinomiçesler olduğu gösterilmiştir (30). *Streptococcus mutans*, tükürük ve

dental plaktan en yaygın olarak izole edilen mutans streptokoklar grubunun bir üyesidir (31). Yapılan çalışmalarda tükürüğün her milimetresinde 2×10^5 den daha fazla sayıda *Streptococcus mutans* olmasının çürük gelişme riskine neden olduğu belirtilmektedir (32). **Thylstrup ve Fejerskov (33)** streptokok grubundan *Streptococcus mutans* ve *Streptococcus sobrinus*'u çürüğün oluşumundan birinci derecede sorumlu olarak görürken, her çürük lezyonunda görülen laktobasillere ikinci sırada değinmişlerdir. **Soet ve arkadaşları (34)** oral streptokokların asit üretme yeteneklerini değerlendirdikleri çalışmalarında *Streptococcus mutans*'ın, *sobrinus* ve *mitis* türlerine göre daha yüksek düzeyde asit oluşturduğunu ve diş çürüğü oluşumunda en önemli etiyolojik faktör olduğunu belirtmişlerdir. **Stralfors (35)**, laktobasil ve streptokokların plak pH'ını 4.5 düzeyine düşürebilecek şekilde asit oluşturabilen tek mikroorganizma olduklarını bildirmiştir.

Plak bakterilerinin oluşturduğu asit ile mine yüzeyinde 20 μm ile 50 μm derinliklere kadar çözülme meydana gelmektedir. Demineralizasyon ilerledikçe, mineral kaybıyla ilintili bir şekilde mine yapısındaki farklılaşma klinik olarak gözlemlenebilir değişikliklere neden olmaktadır (37,36). İlk etapta mine yüzeyi yer yer opak bir görünüm alır. Diş çürüğünün erken dönemdeki görüntüsü mat beyaz çizgiler veya yeşilimsi beyaz noktalar şeklindedir. Başlangıç halindeki bu çürük lezyonuna klinik görünümünden dolayı beyaz nokta lezyonları (white spot lesion) adı verilir (Resim 2.1). Diş yüzeyinin hava ile kurutulmasıyla daha belirgin hale gelen bu lezyonların yüzeyi çevre mine dokusuna oranla biraz daha yumuşamıştır. Beyaz nokta lezyonları aktif, inaktif ya da iyileşme prosesinde olabilmekle birlikte klinikte tebeşirimsi bir görünüme ve poröz bir yüzeye sahip olanlar genellikle aktif lezyonlardır. Demineralizasyon lezyonları ilerledikçe plak, tükürük ve yiyeceklerden alınan organik maddelerin mine boşluklarına çökmesiyle daha koyu renkli bir hale dönüşebilirler (Resim 2.2) (38).

Beyaz nokta lezyonlarının ışık mikroskobu ile incelenmesiyle yüzeysel dentine doğru 4 tabaka gözlenmiştir.

- 1) Yüzeysel tabaka: Demineralizasyonun az olduğu bölgedir. Normal minede mine prizmaları arasında %0.1 boşluk bulunurken, lezyonun bu kısmında boşluklar %1-5 olarak tespit edilmiştir.
- 2) Lezyonun gövdesi: Lezyonun en geniş ve demineralizasyonun en fazla olduğu kısımdır.
- 3) Karanlık yada pozitif alan: Mine prizmaları arasında %2-4 boşluk içerir.
- 4) Transludent alan: Mine prizmaları arasında %1 boşluk içerir. Bu tabaka her lezyonda görülmeyebilir.



Resim 2.1. Beyaz nokta lezyonları



Resim 2.2. Zamanla renkleşen ve kaviteleşen beyaz nokta lezyonları

2.2. Sabit Ortodontik Tedavi ve Mine Demineralizasyonları

Mine demineralizasyonu, sabit aygıtlarla yapılan ortodontik tedavi sırasında karşılaşılan önemli yan etkilerden biridir. Daha önce yapılan çalışmalarda ortodontik tedavi gören bireylerin mine yüzeyinde, diğerlerine oranla daha fazla demineralizasyon gösterdikleri belirtilmiştir (5,7,39). Genç popülasyon, erişkinlere oranla daha fazla demineralizasyon riski altındadır (1). Ortodontik tedavi gören bireylerin %15 ile %85 oranında dişlerinin labial yüzeylerinde demineralizasyon alanlarına rastlanmaktadır (6) (Resim 2.3.-2.4.).

Ortodontik tedavi gören hastalar üzerinde yapılan çalışmalarda, braket çevresinde bir ay içerisinde demineralizasyon alanlarının oluştuğu gözlemlenmiştir (5,6). Aparey dizaynı, braketin etrafında bulunan taşkın yapıştırıcı maddeler, tükürük akış hızı ve tükürüğün kompozisyonu, minenin mineral kompozisyonu ve diyet içeriği, beyaz nokta oluşumu üzerinde etkili olan faktörlerdendir (40). Ortodontik tedavi sırasında kullanılan braketler ve diğer ataşmanlar plak birikimini arttıran retantif sahalar oluşturmakta (9,13,41) ve bakteri plağı genellikle, dişlerin kole bölgesinde, yapıştırıcı maddelerin üzerinde, yapıştırıcı madde ile asitlenmiş mine bileşiminde birikmektedir (9). Ortodontik ataşmanların ve yapıştırıcı maddelerin kimyasal ve yüzey özellikleri plak retansiyonunu etkileyebilmektedir (42,43). Özellikle braketlerin çevresindeki düzensiz kompozit yüzeyi oral mikroorganizmaların yerleşmesi için uygun ortam sağlamaktadır (13,43). Ağız hijyenini iyi sağlayan bireylerde dahi braketlerin üzerinde biriken bakteri plağının uzaklaştırılması oldukça güç olmaktadır. **Chatterjee ve Kleinberg (44)**, ortodontik tedavi gören bireylerde bakteri düzeyindeki artışın, düşük pH düzeyi veya karbonhidrat içeriğinin artmasının sonucu olarak geliştiğini bildirmişlerdir.



Resim 2.3. Sabit ortodontik tedavi öncesi mine yüzey görünümü



Resim 2.4. Sabit ortodontik tedavi sonrası oluşan demineralizasyon alanları

Mine yüzeyinde demineralizasyon oluşturan ana etken, plak içerisindeki bakterilerin oluşturduğu organik asitlerdir (45,46). Ortodontik apareyler, ağız ortamının biyolojik yapısını da değiştirerek özellikle *streptococcus mutans* ve *lactobacilli* sayısında olmak üzere, bakteri sayısında artışa neden olurlar (47,48). **Rosenbloom ve Tinanoff (49)**, ortodontik tedavi öncesinde, tedavi sürerken ve tedavi sonrasında tükürükteki *Streptococcus mutans* seviyesini inceledikleri çalışmalarında, ortodontik tedavi sırasında *Streptococcus mutans* değerlerinde anlamlı bir artış olduğu ve apareyler terkedildikten sonra *Streptococcus mutans* seviyelerinin kontrol grubu değerlerine gerilediği gözlemlemişlerdir. **Beyth ve ark. (50)**, 2003 yılında yaptıkları çalışmada, ortodontik tedavi öncesi ve braketlerin yapıştırılmasından 2 hafta sonra alınan tükürük üzerinde yaptıkları *streptococcus mutans* ve total bakteri sayımlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit etmişlerdir. Benzer şekilde

Balensefien ve Madonia (29) yaptıkları çalışmada sabit ortodontik tedavi gören hastaların dental plağında bulunan streptokok ve laktobasil sayısının tedavi süresince, tedavi öncesine ve sonrasına göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. **Sakamaki ve Bahn (51)** da ortodontik tedavi amacıyla bant ve ark teli yerleştirilen hastalarda diş yüzeylerindeki laktobasil sayısında önemli miktarda artış olduğunu bildirmişlerdir. **Bloom ve Brown (52)** ortodontik bantlar ve ark telleri yerleştirildikten sonra streptococcus, laktobasillus, staphylococcusları içeren fakültatif mikrobiyal popülasyonda artış olduğunu bildirmişlerdir. **Scheile ve ark. (48)** yaptıkları çalışmada ortodontik aparey yerleştirildiğinde bantlama işlemi nedeniyle *Streptococcus mutans* rezervuarlarının elimine edilmesinden dolayı plak ve tükürükte *Streptococcus mutans* düzeyinde bir düşüş olduğunu, ancak tedavinin 3. ayından sonra ise *Streptococcus mutans* oranının tedavi öncesi düzeyini aştığını belirtmişlerdir.

Ortodontik tedavi gören bireylerde, demineralizasyon alanlarının fazla görülmesinin nedenlerinden biri de dişlerin braketlenmesinin mine yüzeyinde oluşturduğu etkilerdir. Braketleme işleminin başlangıç safhasındaki asitleme işlemi, söküm safhasındaki braketlerin mineden ayrılması ve mine yüzeyindeki yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi esnasında minenin dış yüzeyinden kayıplar olmakta ve sonuç olarak mine yüzeyi demineralizasyona daha elverişli hale gelmektedir. Braket yapıştırmadan önce yapılan yüzey temizliği ile 5 µm, asitleme işlemi sonunda 10 µm ve braketlerin sökülmesi ve diş yüzeyinin temizlenmesi esnasında ortalama 50 µm' lik mine tabakasının zarar gördüğü belirtilmiştir (53,54).

Demineralize alanların ortodontik tedavinin sona ermesini takip eden beş sene gibi bir süre içerisinde de estetik problem yaratmaya devam ettiği bildirilmiştir (55). **Artun ve Thylstrup (8)** çalışmalarında ortodontik apareylerin çıkarılmasından sonra karyojenik etkilerin azalması nedeniyle beyaz lezyonların oluşumunun yavaşlayacağını, hatta bazı inaktif çürük lezyonlarında gerileme ve daha az belirgin hale gelme durumunun ortaya çıkabileceğini, bununla beraber kalan skar dokularının estetik probleme neden olabileceğini rapor etmişlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda sabit ortodontik aparey yerleştirilen dişlerin dental

çürüklere daha hassas olduğu belirtilmektedir (56,57). **Taylor ve ark.'nın (58)** 280 ortodontik tedavi gören hastada yaptıkları çalışmada, 5 hastadan birinde tedavi edilmemiş çürük lezyonuna rastlanmış; hastaların yarısından çoğunda oral hijyenin kötü olduğu ve buna bağlı olarak yüksek çürük riski taşıdıkları belirtilmiştir. Bazı araştırmacılar braketlerin çıkartılmasından sonra lezyonlarda %50 oranında iyileşme görüldüğünü ancak bu iyileşmenin, lezyonun remineralizasyonundan çok mine yüzeyinin zamanla dış etkenlere bağlı olarak aşınmasından kaynaklandığı saptamışlardır (8,53). Başlangıç safhasındaki lezyonlar fluorürlerin bulunduğu ortamda remineralize olabilirken, ortodontik tedavinin sonunda belirginleşmiş olan ilerlemiş lezyonlar, minede daha derin tabakaları etkilendiklerinden remineralizasyonları mümkün olmamakta ve bu sebeple de uzun süre klinik olarak iyileşme görülememektedir. Dolayısıyla ortodontik tedavi sırasında hedef, demineralizasyonun başlamasını engellemek ve remineralizasyon potansiyelini arttırmak olmalıdır.

Ortodontik tedavi sırasında meydana gelen demineralizasyondan en çok hangi dişlerin etkilendiğini tespit etmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. **Gorelick ve ark. (7)**, yaptıkları çalışmalarında ortodontik tedavi görmüş bireylerde görmemiş bireylere oranla demineralizasyon lezyonlarında anlamlı bir artış olduğunu ve özellikle üst yan kesici dişin labiogingivalinde bu lezyonların daha sık görüldüğünü bildirmişlerdir. Üst yan kesici dişin klinik kuronunun küçük olmasına ve braket ile dişeti arasında kalan bölgenin dar olmasına bağlı olarak iyi temizlenememesinden dolayı bu dişin özellikle etkilendiği düşünülmektedir. Benzer şekilde **Geiger ve ark. (59)**, demineralizasyonların en sık üst ön bölgede ve alt arka bölgede yer alan dişlerde görüldüğünü bildirmişlerdir. **Banks ve Richmond (60)** da in vivo olarak yaptıkları çalışmalarında, en çok maksiler yan kesici dişler ve kaninler ile mandibular kanin ve ikinci premolarların demineralizasyondan en çok etkilenen dişler olduklarını tespit etmişlerdir.

2.3. Çürük Oluşumunun Engellenme Mekanizmaları

Tükürük, çürük oluşumunun engellenmesinde en önemli rolü oynayan yapıdır. İçerik olarak organik kısım, inorganik kısım ve sudan oluşan bir bileşik olan tükürüğün organik kısmını oluşturan proteinler % 0.1 ila % 0.2 oranında bulunurken, tükürüğün yapısında eser miktarlarda da lipit ve karbonhidratlar bulunur. İnorganik kısmı oluşturan moleküller ise elektrolit halindedirler ve bunların çeşitli işlevleri söz konusudur. Diş yapısının temelini oluşturan kalsiyum bir çözünürlük ürünüdür ve alfa amilaz gibi bazı enzimlerin aktivatörüdür. Diş fosfat yapısının esasını oluşturan inorganik fosfat da bir çözünürlük ürünü olup tampon sistem olarak pH dengelenmesinde rol alır ve remineralizasyona katılır. Fluorür, remineralizasyona katılarak diş yapısını güçlendirir. Bu elektrolitlerin işlevlerine ilaveten tükürüğün yapısında bulunan bikarbonat ve fosfat tampon sistemleri pH dengesinin sağlanmasında rol oynayarak dişleri asit ataklarına karşı korurlar. Tükürüğün içinde bikarbonat iyonunun daha çok olması nedeniyle bikarbonat tampon sistemi daha çok çalışır. Tükürükteki bikarbonat iyonu HCO_3^- şeklindedir, ağza alınan asit ise H^+ olarak etkiler ve dolayısıyla bu ikisi birleşip H_2CO_3 oluştururlar. Ancak bu bileşik stabil bir bileşik olmadığından yapısından CO_2 buharlaşır ve H_2O kalır. Tükürüğün yapısındaki tiyosiyanatlar da laktoperoksidazlar yardımıyla peroksit varlığında hipotiyosiyanatlara dönüşerek antibakteriyel etki gösterirler. Ayrıca tükürük içindeki üre ve ürik asitin amonyağa parçalanması sonucu amonyak da antibakteriyel etki gösterir (61,62). Tükürükte bulunan lizozim ve laktoferrin enzimlerinin de antimikrobiyal rolü olduğunu gösteren çalışmalar vardır (63). Tükürük, immünoglobulinler içermektedir ve yapılan çalışmalarda çürük görülme sıklığı olan hastaların serumlarında yüksek IgG antikorlarının bulunması çürüğe dirençli bireylerin MS'e karşı IgG antikorlarını daha kolay oluşturabildiklerini düşündürmektedir (64).

Demineralizasyon oluşumu, antimikrobiyal ajanlar (gargara, cila, vb. formlarda) ile fluorür preparatlarının kullanımı, ağız hijyeni eğitimi ve diyetin kontrol edilmesi ile azaltılabilmektedir (6,65).

2.3.1. Antimikrobiyal Ajanların Kullanımı

Mine demineralizasyonunu oluşturan ana etkenlerden biri patojen mikroorganizmalar olduğundan, demineralizasyonu engellemek için uygulanan yöntemlerden biri de, bu mikroorganizmaların elimine edilmesine yönelik antimikrobiyal ajanların kullanımı olmuştur. *Streptococcus mutans* ampisilin, penisilin, eritromisin, sefalotin, metisilin ve diğer antimikrobiyal ajanlara duyarlıdır. Bunların yanında vankamisin, kanamisin, bis-guanidin, fluorürde, sürfaktan ve klorheksidin ile baskılanmaktadır (66,67).

Klinikte klorheksidin ve benzalkonyum klorid bu amaçla kullanılan antimikrobiyal ajanların başlıcalarıdır (32,50,68-70). Yapılan çalışmalarda ortodontik tedavi gören hastalarda klorheksidin cila kullanımının *Streptococcus mutans* düzeyinde ve çürük insidansında önemli düzeyde azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (50,70).

Son yıllarda üretici firmalar tarafından bonding sistemlerine eklenen antimikrobiyal monomerlerin (MDPB) polimerizasyondan önce bakterisidal etki gösterdiği ve uygulamadan sonra karyojenik bakterilerin inaktivasyonunda etkili olduğu bildirilmiştir (71). MDPB monomer içinde yer alan pyridinium grubu pozitif yüklüdür. Bakterinin membranları genellikle negatif yüklüdür ki bu nedenle MDPB ile buluşma noktasını oluşturur. Bu alanda elektrik dengelerini kaybederler, hücre zarı patlar ve bakteri ölür. Çalışmamızda kullanılan Clearfil™ Protect Bond materyalinin primeri de MDPB monomeri içermektedir. **Imazato ve ark. (71)**, MDPB katılmış self-etching primerin suni çürük lezyonları içerisinde belirgin miktarlarda ilerleyebildiğini de bildirmişlerdir.

2.3.2. Fluorür Uygulamaları

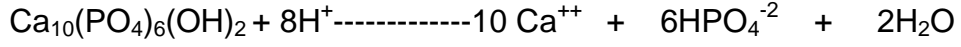
Diş çürüğü, bakteri plağının oluşturduğu asitlerin diş minesini çözmesi sonucunda oluşur. Bu çözünme ortamda fluorürlerin varlığında azalmaktadır. Fluorür bilinen en karyostatik ajan olmakla birlikte etki mekanizması karmaşıktır. Fluorürün sistemik ve topikal olarak uygulanabilmesinin yanında, topikal uygulamanın etkileri sistemik uygulamanın etkilerine oranla çok daha etkilidir. Fluorür, bakterilerin hücre duvarı formasyonunda önemli bir enzim olan enolazı inhibe eder ve bakteri üremesini durdurmaya yardımcı olur.

Fluorür diş minesinin mineral yapısına katılabilen bir elementtir. Bireyler; su, yiyecekler, endüstriyel ve kimyasal ürünler ve diğer kaynaklar yoluyla çeşitli düzeyde fluorür almaktadırlar. Minenin poröz yapısı sayesinde, küçük asit molekülleri, fluorür, kalsiyum, fosfat gibi çeşitli iyonları ölçülebilir oranda yapısına dahil olabilmektedir (22). Fluorürün, minenin hidroksiapatit yapısına katılmasıyla aside direnci daha yüksek ve çözünmeye karşı daha dayanıklı bir mineral yapısı ortaya çıkar (72,73).

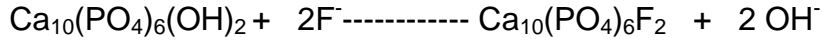
Demineralizasyonun engellenmesinde minenin en diş tabakasındaki fluorür miktarının önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir (74). Fluorür konsantrasyonu minenin yüzeyinde daha yüksektir ve diştan içe doğru gidildikçe azalmakta ve minenin derin katmanlarında daha stabil hale gelmektedir. Bu durum, mine yüzeyinin diş ortamdaki fluorürle temas etmesi sonucunda yüzeyine yeni fluorür iyonlarının bağlanması ile açıklanabilmektedir (75). Fluorür uygulamasıyla beyaz nokta lezyonlarının iyileşmesinin sağlanabileceği ancak lezyonun hipermineralizasyonuna neden olup lezyonu daha görünür bir hale getireceğinden yüksek konsantrasyonlarda fluorür uygulamasından kaçınılması gerektiği bildirilmiştir (76).

Diş minesinin sürekli olarak düşük seviyede fluorür iyonlarıyla temas etmesi minenin fluorür içeriğini arttırmaktadır. Asit ortamda bulunan düşük konsantrasyondaki (1 ppm kadar) fluorürün, hidroksiapatit kristalleri üzerinde ince bir fluorapatit katmanı oluşturarak demineralizasyonu azalttığı bildirilmiştir (77). Yapılan çeşitli araştırmalarda düşük konsantrasyonda uzun süre fluorür salınımının, tek ve yüksek konsantrasyonlu fluorür uygulamalarından daha etkili olduğu rapor edilmiştir (78,79). Bu çalışmaları destekleyecek şekilde **Ten Cate (72)** de çalışmasında fluorürlerin 0.02 ila 0.06 ppm gibi oldukça düşük konsantrasyonlarda bile, sürekli bulunmaları halinde mine ve dentin demineralizasyonunu engellediğini bildirmiştir.

Mine, pH'ı 5.5'in altında asit bir ortama maruz kaldığında aşağıdaki formülde belirtildiği şekilde çözünür;



Ortamda fluorür varlığında fluorür, çözünürlüğü çok fazla olan kalsiyum fosfat oluşumunu engelleyerek fluorürapatit oluşturur (A56).



Hidroksiapatit

Fluorapatit

Fluorapatit kristalinin miktarı ne kadar çok olursa mine yüzeyinin asit saldırısına direnci o kadar yüksek olacaktır. Fluorapatit başlangıç haldeki demineralize alanların remineralizasyonunu sağlamakta ve yeni lezyon oluşumunu engellemektedir (22,80,81).

Yapılan tüm bu çalışmalarda, fluorürün çözünen mine yüzeyinde, plakta ya da tükürükte yeterli miktarlarda bulunduğu, çürüğe elverişli bir ortamda demineralizasyonun engellenmesini ve remineralizasyonun hızlandırılmasını sağladığı gösterilmiştir.

Sabit ortodontik tedavi sırasında karşılaşılan demineralizasyonların engellenmesinde de bireysel ve/veya profesyonel olarak yapılan fluorür uygulamaları önerilmektedir (7,8-13). Hastaların kolay ve sıklıkla uygulayabileceği şekilde fluorür, diş macunlarının yapısına eklenmiştir. **Marinho ve ark. (82)** fluorür içeren diş macunlarını inceledikleri çalışmalarında bunların fluorürlü gargara ve cilalar kadar çürük oluşumunu engellemede etkili olduklarını belirtmişlerdir. Buna karşılık, sadece diş macunu kullanımının demineralizasyon oluşumunu engellemede yeterli olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (6,7,14). Bu nedenle diş macunu kullanımına ek olarak ağız gargarası veya jel şeklinde, farklı konsantrasyonlarda fluorür içeren preparatlar hastaların kullanımına sunulmuştur. **Stratemann ve Shannon (11)**, ortodontik tedavi gören hastalar üzerinde fluorürlü bir jelin etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, deney grubunda hastaların %2' sinde beyaz nokta lezyonu

oluşumu görülürken, herhangi bir fluorür uygulamasının yapılmadığı kontrol grubunda hastaların %58' inde beyaz nokta lezyonu oluşumunu tespit ettiklerini bildirmişlerdir. **Geiger ve ark. (83)** in vivo çalışmalarında fluorürlü bir gargaranın ortodontik tedavi sırasında meydana gelebilecek demineralizasyon üzerine etkilerini değerlendirmiş, deney grubunda saptanan beyaz nokta lezyonlarının kontrol grubundakilere oranla %25 daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Bunlara kaşılık **Willmot (23)**, 2004 yılında ortodontik tedavi sonrası görülen beyaz nokta lezyonlarını incelediği çalışmasında, düşük fluorür konsantrasyonlu diş macunu ve ağız gargarası kullanan grup ile kontrol grubu arasında lezyonların remineralizasyonu açısından anlamlı bir fark saptanmadığını bildirmiştir.

Bu tarz topikal fluorür uygulamaları yararlı olmakla birlikte tamamen hasta kooperasyonuna bağlı olduğundan her zaman iyi netice alınamamaktadır (59,83-85). **Geiger ve ark (83)**, çeşitli ağız hijyeni programı uyguladıkları hastalardan %13' ünün kooperasyonunun iyi olduğunu, geri kalan hastaların gereken uygulamaların çok azını ya da hiçbirini gerçekleştiremediklerini bildirmişlerdir. Yine **Geiger ve ark. (59)** benzer şekilde fluorürlü gargara kullanımını değerlendirdikleri bir diğer çalışmalarında hastaların %50' sinde kooperasyonun yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Bu yüzden, ortodontik tedavi sırasında hasta kooperasyonu gerekmeden demineralizasyonun engellenebilmesi için yeni yollar arayışına gidilmiş ve zaman içerisinde braket çevresindeki mine dokusunu güçlendirmeye yönelik klinikte uygulanan profesyonel yaklaşımlar daha ağırlıklı olarak tercih edilmeye başlanmıştır. Bazı araştırmacılar braket yapıştırma işleminden önce ve sonra fluorür jel ya da vernik uygulaması yapmışlardır. Asitleme işleminden sonra fluorür jeli uygulamasının minenin demineralizasyona olan direncini güçlendirdiğini ve bu uygulamanın braketin tutunma direncini etkilemeden mine yüzeyinde fluorür miktarını arttırdığını bildiren çalışmalar mevcuttur (53,86,87). **Ogaard ve ark (10)**, pH'ı düşük olan fluorür jellerinin yüksek pH'lı jellere kıyasla daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Duraphat ve Duraflo gibi fluorür salgılayan verniklerin kullanıldığı çalışmalarda ise sadece kompozit uygulanmış dişlere oranla bu gruplarda mine çözünürlüğünde, braketlerin etrafında görülen mineral kaybında azalma olduğu bildirilmiştir (88-90). Benzer şekilde **Demito ve ark. (91)**, 2004

yılında yaptıkları çalışmada, ortodontik braketler etrafında meydana gelen demineralizasyonun önlenmesinde fluorürlü bir vernik olan Duraflor' un etkinliğini değerlendirmişlerdir. Sığır dişleri üzerinde yapılan çalışmada, 20 diş üzerinde braketlerin etrafına Duraflor uygulanmış, 20 diş de sadece braketler yapıştırılarak kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Tüm dişler 35 gün boyunca, 37°C' de yapay tükürük ve yapay çürük solüsyonlarında bekletilmiştir. 15 gün sonunda deney grubunda Duraflor uygulaması tekrarlanmıştır. Siklusun sonunda dişlerden kesit alınarak, bu kesitlerin polarize ışık mikroskobu aracılığıyla fotomikrografları elde edilmiş ve fotomikrograflar Image ProPlus yazılımıyla incelenmiştir. İncelemenin sonunda, deney grubunda kontrol grubuna göre %38 oranında daha az lezyon derinliği saptanmıştır.

Sudjalim ve ark. (92) 2007 yılında yaptıkları çalışmada sodyum fluorür (Colgate Neutrofluorür 9000ppm)(NaF) ve %10 kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat (GC Tooth Mouse)(TM) kullanımının braketler etrafında meydana gelen demineralizasyonun önlenmesi üzerindeki etkinliğini karşılaştırmışlardır. 40 dişin kullanıldığı çalışmada, braketler 20 dişe Transbond XT (kompozit rezin) ile 20 dişe de Fuji Ortho LC (rezin modifiye cam iyonomer siman) ile yapıştırılmıştır. Örnekler rastgele seçilerek, deney maddeleri braket kenarlarına uygulanmak üzere kontrol, TM, TM/NaF ve NaF şekline dört çalışma grubu oluşturulmuştur. Gruplar 37°C'de karbopol demineralizasyon solüsyonunda 96 saat süreyle bekletilmiştir. Sekiz saatlik aralarla örneklerin kantitatif ışık floresansı görüntüleri alınmış ve 96 saat sonunda floresans değişiklikleri değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda, fluorür salgılayan rezin modifiye cam iyonomer siman, kompozit rezine göre demineralizasyonu azaltmakla birlikte, TM/NaF 'nin RMCIS ile birlikte kullanımı da çok belirgin olarak demineralizasyonu engellemiştir. Yine TM, NaF, TM/NaF'nin kompozit rezin ile kullanımı da kontrol grubuna göre demineralizasyonu azaltmıştır.

Diğer taraftan bu tür lakların fırçalama ve benzeri etkenlerle meydana gelen abrazyon nedeniyle etkilerini yitirmesi ve sıklıkla uygulamalarının tekrarlanması gereksinimi kullanımlarını sınırlandırmaktadır (90,93).

Ortodontik tedavi sırasında kullanılabilir bir başka florürlü araç ise florür içeren elastik ligatürlerdir. Elastik ligatürlerin mine demineralizasyonunu engelleme açısından özelliklerinin incelendiği çalışmalarda çeşitli sonuçlar bulunmuştur. Florür-I-Tie ile yapılan çalışmada bu elastikten salgılanan florür miktarı incelenmiş ve serbestlenen florürün önemli miktarda olduğu ve klinikte demineralizasyonları engelleyebileceği bildirilmiştir (94). Buna karşılık **Doherty ve ark (95)**, florür salgılayan elastik ligatürlerin klinik performanslarını değerlendirdikleri çalışmalarında bu ligatürlerin anlamlı bir anti-karyojenik etki göstermediklerini tespit etmişlerdir. Bu durum ligatürlerin florür salgılayabilme sürelerinin yetersizliğine bağlanmıştır.

2.3.3. Yapıştırıcı Maddeler

Florürün sürekli olarak ortamda bulunması ve hasta kooperasyonu gerekmeden uygulanabilmesi gereksinimi yapıştırıcı maddelerin özelliklerini ön plana çıkarmış ve yapıştırıcı maddelerin florür serbestleme özelliğine sahip olmaları dikkate alınmıştır. **Valk ve Davidson (96)**, sabit ortodontik tedavi sırasında yapıştırıcı maddelerden salınan florür etkisiyle braket çevresindeki 1 mm'lik alanda koruma sağlandığını, florür serbestleme özelliği olmayan yapıştırıcı maddelerin ise braket kenarlarında ve altında demineralizasyonu engelleyemediklerini belirtmişlerdir.

Piyasada ortodontik amaçla kullanılan pek çok yapıştırıcı madde mevcuttur. Bunları genel olarak kompozitler, cam iyonomer simanlar, rezin modifiye cam iyonomer simanlar olarak gruplayabiliriz.

2.3.3.1. Cam İyonomer Simanlar

Cam iyonomer simanlar, 1972 yılında **Wilson ve Kent (97)** tarafından bulunmuştur. Bu simanlar mine, dentin, değersiz metaller ve aynı zamanda plastik maddelere yapışırlar (98,99). Çevre dokulara florür serbestleyebilme özellikleri nedeniyle ortodontide bantların simantasyonu ve braketlerin yapıştırılması işlemlerinde kullanımları avantajlı hale gelmiştir (100).

Cam iyonomer simanların kompozitlere göre pek çok avantajı olmasına rağmen tutunma dirençlerinin düşük olması kompozitleri daha tercih edilir kılmaktadır. Şimdiye kadar yapılan pek çok çalışmada cam iyonomer simanların çekme ve sıyırma kuvvetlerine karşı olan dirençlerinin kompozit simanlara oranla oldukça düşük olduğu bulunmuştur (80,101-106). Bu durum cam iyonomerlerin braket yapıştırma işlemi için çok uygun olmadığı sonucunu getirmiş ve bu sebeple yeni geliştirilen cam iyonomer simanların klinik performansının artırılması amacıyla özellikleri geliştirilmeye çalışılmıştır (107).

Geleneksel cam iyonomer simanlarda görülen bu tür sorunlar nedeniyle son yıllarda bu simanların modifiye bir şekli olan ve ikili sertleşme reaksiyonları ile polimerize edilen "rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RM CİS) (rezin modified glass ionomer cements, RM GIC)" geliştirilmiştir (108-110). Bu simanların polimerizasyonları için normal asit-baz reaksiyonlarının yanı sıra, bir ışık cihazının aktivasyonu da gereklidir. Bu simanlar, fotokimyasal reaksiyonlarının başlatılmasının klinisyen tarafından kontrol edilebilmesi ve özellikle dentinde rezinlerin infiltre oldukları bir tabaka oluşturmaları gibi klinik olarak istenen bazı özelliklere sahiptirler. Ayrıca içeriklerindeki resin monomerlerin polimerizasyonlarına bağlı olarak bu simanların sıkışma ve gerilme kuvvetlerine karşı dayanıklılıklarının, kırılma dirençlerinin, elastisite modüllerinin ve retansiyon oranlarının arttığı ve geleneksel CİS' lardan daha fazla olduğu da bildirilmektedir (108,110-113). **Sudjalim ve ark. (92)** 'nın çalışmasında resin modifiye cam iyonomer simanın kompozit rezine göre mine demineralizasyonunu azaltmadaki etkinliği anlamlı olarak farklı bulunmuştur.

2.3.3.2. Kompozit Simanlar

Kompozitler, ortodontide braket ve diğer ataşmanların yapıştırılması amacıyla 1970' li yılların ortalarından beri kullanılmaktadırlar (9,13,114). Kompozitler akrilik ya da diakrilat reçineler olarak ikiye ayrılırlar. Bu iki tip yapıştırıcı arasındaki en önemli fark, akrilik reçineler düz bağlar oluştururken, diakrilatlar üç boyutlu çapraz bağlar kurarlar. Bu çapraz bağ sayesinde daha güçlü bir yapı oluşur, bu yapının su absorpsiyonu düşüktür ve kompozit polimerizasyon sırasında daha az büzölmeye uğrar (115).

Kompozitlerin yapılarına fluorür eklenerek demineralizasyon sorununun çözümü için yeni bir alternatif yaratılmıştır. Yapılarına fluorür ilave edilmiş kompozitlerin fluorür serbestleme özellikleri ve mekanik özellikleri ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır (14,15,19,88,116-123). Bazı araştırmacılar fluorür ihtiva eden kompozitlerin demineralizasyonu engellemede etkin olduğunu belirtirken (15,116,121,117), bazı araştırmacılar ise tam aksini savunmuşlardır (14,88,120). Bu farklı sonuçlar, araştırmalarda kullanılan kompozitlerin fluorür serbestleme özelliklerindeki farklara bağlanmaktadır. Genellikle kompozitlerin oldukça kısa süreli ve az miktarda fluorür serbestledikleri belirtilmiştir (118,122,128). Bunun yanında bir materyalin mine demineralizasyonunu engelleyebilmesinde retansiyon kuvvetinin fluorür salgılama potansiyelinden daha önemli olduğunu belirten araştırmacılar vardır (125).

Sonis ve Snell (19), 1989 yılında yaptıkları çalışmada ışıkla sertleşen klasik bir bonding sistemi ile ışıkla sertleşen ve fluorür salgılayan başka bir bonding sisteminin mine demineralizasyonu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. 22 hasta üzerinde, braket yapıştırılmış 206 dişin kontrol grubu ve braket yapıştırılmış 206 dişin de deney grubu olarak kullanıldığı çalışmada, ortalama 25 aylık tedavi süresinin sonunda kontrol grubunda oluşan demineralizasyonda anlamlı bir artış gözlenmiştir.

Kompozit simanların klinik performansları nedeniyle daha fazla tercih edilmeleri doğrultusunda bu simanlarla birlikte kullanılabilecek demineralizasyon önleyici yöntemler geliştirilmiştir. Kompozitlerle birlikte kullanılan bonding materyallerine eklenen çeşitli özelliklerle kompozitlerin klinik performansları artırılmıştır. Ayrıca mine yüzeyinin izolasyonuna yönelik yüzey koruyucu materyalleri geliştirilmiş ve üretici firmaları tarafından bunların kompozit yapıştırıcıların primerleri olarak da kullanılabileceği belirtilmiştir. Araştırmamızda bahsedilen yüzey koruyucu materyalleri bu özelliklerinden dolayı "Bonding Materyalleri" başlığı altında toplanmıştır.

2.3.4. Bonding Materyalleri

Günümüzde yüzey koruyucu olarak da kullanılan reçinelerin ana maddesi 1963 yılında Bowen tarafından tanıtılmış olan bis GMA olup, bis GMA, bis (4-hidroksifenil) dimetilmetan ve glisidilmetakrilatın reaksiyonundan oluşan bir üründür. Bonding materyallerinin kimyasal ve ışıkla sertleşen olmak üzere iki tipi mevcuttur.

Ortodontik tedavi sırasında meydana gelen demineralizasyonların önlenmesinde bonding kullanılması yeni gündeme gelen bir fikir değildir (126-128). **Reynolds (128)**, 1976 yılında yaptığı çalışmada mine izolasyon materyalleri (bonding materyalleri) olarak doldurulmamış rezinleri ve silanları tanımlamıştır. Silanlar mine ve kompozit arasındaki bağlanma dayanımını artırırken, demineralizasyonu önlemede yeterince etkin değildir. **Banks ve Richmond (60)** çalışmalarında bondinglerin, mine ve kompozit arasındaki bağlanma dayanımını arttırmalarına rağmen demineralizasyonu önlemede yeterince etkin olmazken, minenin korunmasını sağlayan asıl bonding materyallerinin doldurulmamış rezinler olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşılık doldurulmamış ya da yarı doldurulmuş rezinlerin abrazyon dirençlerinin düşük olduğunu dolayısıyla demineralizasyonu engellemede yeterince etkin olmadıklarını belirten araştırmacılar mevcuttur (125,129). İlk başlarda yapılan çalışmalarda, rezin bondinglerin mine demineralizasyonunu önlemede anlamlı sonuçlar çıkardığı görülmüştür (16,17). Zamanla, özellikle kimyasal olarak polimerize olan bondinglerin bir takım dezavantajları ortaya çıkmıştır. Bonding tabakasında oksijen baskılaması nedeniyle tam olarak polimerize olamayan katmanlar kaldığı tespit edilmiştir (18). Bondingin ince bir tabakada hava ile teması sonucu oksijenin baskıladığı bir tabaka oluşmaktadır ve bu yüzden mine yüzeyi tam olarak izole edilememektedir (18,130). **Ceen ve Gwinnett (131)**, bondinglerin mikroskobik olarak kalınlıklarını inceledikleri çalışmalarında, kimyasal yolla polimerize olan bondinglerde 50–100 µm kalınlığında polimerize olamamış tabakalar saptamışlardır. Bunun yanında bondinglerin retansiyonu, materyalin uygulanma şekliyle de yakından ilgilidir. Bondingler uygulanmadan önce çok iyi bir izolasyon sağlanıp, kuru bir ortam elde edilmelidir (125). Bu

şekilde uygulanan bondingler, mine yüzeyini izole ederek plak asitlerinin mineyi etkilemelerini engeller ve demineralizasyon oluşumunu ortadan kaldırır. Ancak son yıllarda materyallerin etkinliğini arttırmak için yapılarına florür eklenmesi de söz konusu olmuştur (60).

Banks ve Richmond (60), çalışmalarında visköz yapıda, kimyasal sertleşen ve florür serbestleyen bir bonding olan Maximum Cure ile Transbond XT rezinini kıyaslamış ve Maximum Cure' ün Transbond XT' ye oranla demineralizasyonu engellediği tespit edilmiştir. Transbond XT, demineralizasyonu engellemede etkin bir sonuç gösterememiştir.

Frazier ve ark. (132), 1996 yılında yaptıkları çalışmada ışıkla sertleşen doldurulmamış bir rezin bonding ajanı olan Concise ile ışıkla sertleşen pit ve fissür yüzey koruyucu materyali olan Delton'un ortodontik tedavi sırasında oluşan demineralizasyonu engelleme üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. 40 insan dişinin kullanıldığı çalışmada tüm dişlere braketler Concise kullanılarak yapıştırılmış ve deney grubundaki dişlere ayrıca Delton yüzey koruyucu materyali uygulanmıştır. 95 saat 45 dakika süren demineralizasyon periyodunun ardından, dişlerden alınan kesitler polarize ışık mikroskobu ile incelenmiştir. Kontrol grubunu oluşturan tüm dişlerde demineralizasyon gözlenirken, deney grubunu oluşturan dişlerin %80'inde demineralizasyon gözlenmemiştir. Yüzey koruyucu uygulanan grubun %20'sinde izole mine kaybının bulunduğu alanlar tespit edilmiştir. Bu durum yüzey koruyucu tabakasında meydana gelen polimerizasyon problemlerine bağlanmıştır.

Wenderoth ve ark. (133)' nin fluorür serbestleyen, ışıkla sertleşen ve hafif doldurulmuş bir bonding materyalini inceledikleri in vivo çalışmalarında, kontrol grubu ve deney grubu arasında meydana gelen mine demineralizasyonu açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu sonuç, bonding materyalinin abrazyon direncinin yetersiz olmasına ve klinik uygulamasının güç olmasına bağlanmıştır.

Hu ve Featherstone (84) 2005 yılında yaptıkları in vitro çalışmada, ışıkla sertleşen ve fluorür salgılayan doldurulmuş bir bonding olan ProSeal' in etkinliğini ortodontik tedavi sırasında dişlerin bukal yüzeylerinde oluşan demineralizasyonu önleme açısından değerlendirmişlerdir. Çalışmada, 10' ar adet insan üçüncü molarından oluşan 5 grup kullanılmıştır. Gruplar, işlem görmemiş mine yüzeyi, asitlenmiş mine yüzeyi, florürlü bir cila uygulanmış mine yüzeyi, asitlenmiş ve doldurulmamış bonding (Transbond XT) uygulanmış mine yüzeyi ve doldurulmuş bonding (ProSeal) uygulanmış mine yüzeyine sahip dişlerden oluşmaktadır. Tüm dişler, 14 gün süreyle günde 6 saat demineralizasyon ve 17 saat remineralizasyon solüsyonlarında bekletilmiştir. Dişlere standart bir kuvvet uygulanarak her gün 15000 fırça darbesi uygulanmıştır. Remineralizasyon ve demineralizasyon siklusunun sonunda dişler, kesit mikrosertlik testiyle değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, ProSeal uygulanan grupta diğer gruplara oranla anlamlı olarak daha az demineralizasyon gözlenmiştir.

Son yıllarda üretici firmalar, fluorür salgılayan ve içerisinde doldurucu partiküller ihtiva eden doldurulmuş rezinlerin geliştirilmesine ağırlık vermişler ve bu sayede hem demineralizasyonu engelleyen, hem oksijenin baskıladığı tabaka oluşturmayan, hem de abrazyon direnci daha yüksek olan bonding materyalleri piyasaya sürmüşlerdir. Çalışmamızda kullanılan Clearfil™ Protect Bond materyali üretici firma tarafından bu idialarla üretilmiş bir bonding materyalidir.

2.4. Demineralizasyonların ve Diş Minesi Mineral Yapısının İncelenme Yöntemleri

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda, ortodonti literatüründe minenin mineral yapısının incelenmesi ve mine demineralizasyonlarının tespiti için çeşitli yöntemler kullanılmıştır.

2.4.1. Klinik Gözleme Dayalı Hazırlanan Skalalar

Bazı araştırmacılar demineralizasyon lezyonlarını klinik görünümünün şiddetine göre sınıflandırmışlardır (7,121). **Gorelick ve ark.'nın (7)** hastalardan alınan intraoral fotoğrafların çeşitli ebatlarda büyütülmesi ve değerlendirilmesi sonucu yaptıkları sınıflamaya göre '1=yok, 2=hafif, 3=şiddetli, 4=kavite oluşumunu' göstermektedir.

2.4.2. Polarize Işık Mikroskobu

Dişlerden alınan kesitlerin polarize ışık mikroskobu ile maksimum aydınlatma altında ve belirli magnifikasyonlarda büyütülerek fotoğraflanması ve bu fotoğraflar üzerinde lezyon derinliklerinin incelenmesiyle demineralizasyonun değerlendirildiği bir yöntemdir (88,89,132).

Schmit ve ark. (90), 2002 yılında rezin modifiye cam iyonomer siman ve kompozit rezinle yapıştırılmış braketlerin etrafına uygulanan fluorürlü cilanın demineralizasyon üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında 31 günlük demineralizasyon ve remineralizasyon siklusunun sonunda dişlerden alınan kesitleri polarize ışık mikroskobu altında incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda rezin modifiye cam iyonomer simanla yapıştırılmış braketlerin etrafında oluşan lezyon derinliklerinde cilalı ve cilasız gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

2.4.3. Transvers Mikroradyografi

Dişlerden alınan transvers kesitlerin mikroradyografilerinin çekilmesi ve bu radyografilerin çeşitli bilgisayar yazılımlarıyla incelenmesi ve tanımlanan formüllerle meydana gelen mineral kaybının belirlenmesine yönelik bir tekniktir.

Arends ve ten Bosch (95), 1992 yılında yaptıkları çalışmada, transvers mikroradyografi değerlendirmesinin minenin mineral içeriğinin belirlenmesinde etkin ve pratik bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir .

2.4.4. Asit Biyopsisi

Minedeki fluorür konsantrasyonunun belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. 1968 yılında **McCann (134)** tarafından bulunmuş ve zamanla geliştirilmiştir. Mine yüzeyinden perklorik asit kullanımıyla biyopsi alınmasının ardından, çözünen sıvı içerisinde fluorür, kalsiyum ve fosfat miktarı tespit edilir. Kalsiyum ve fosfat ölçümü ile minenin çözülme miktarı da belirlenebilmektedir. Asit biyopsisi, dış minesindeki fluorür tespitinde kullanılacak güvenilir bir yöntemdir (75,135).

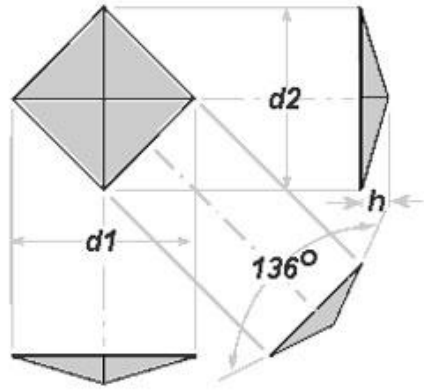
2.4.5. Spektrofotometre

Spektrofotometre; görünür (380-460 nm), ultraviyole (190-1100 nm) ve infrared (700-1350 nm) dalga boylarında, doğrudan veya başka bir madde ile reaksiyona sokulduktan sonra ışık absorpsiyonu yapabilen her tür maddenin ölçümünü yapabilen bir cihazdır.

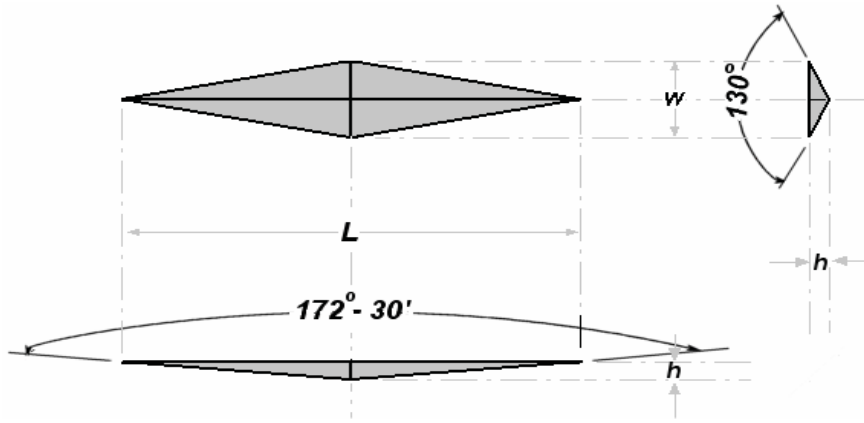
2.4.6. Mikrosertlik Testi

Mikrosertlik ölçme cihazı, elmas bir uç ile ışık mikroskobu altında cisimlerin yüzeylerine belirli ağırlıkların belirli sürelerde uygulanmasıyla yüzeyler üzerinde izler oluşturulması ve bu izlerin derinliklerinin değerlendirilmesi ile test edilen cismin sertlik değerinin belirlenmesi şeklinde çalışan bir cihazdır. Mikrosertlik terimi aslında yanlış anlaşılan bir terimdir, çünkü test edilen malzemelerin sertlikleri ile ilgili 'mikro' diyebileceğimiz hiçbir özellik olmayıp, sadece elde edilen izler mikro düzeydedir. Mikrosertlik ölçümlerinin yapılması esnasında 1 gr ila 3 kg yük uygulanabilmektedir.

Temel olarak iki çeşit mikrosertlik ölçme şekli vardır. Bu yöntemler arasındaki fark, aygıtların iz oluşturmaya yarayan uçlarının şekilleridir (Şekil 2.1, 2.2). Bunlardan ilki olan Vickers 1925 yılında İngiltere’de geliştirilmiş olup ayrıca ‘elmas piramit’ olarak da isimlendirilmektedir. Bu yöntemde eşkenar piramit esaslı elmas bir uç kullanılmaktadır. Mikrosertlik ölçümleri için kullanılan diğer bir yöntem ise, 1939 yılında National Bureau Standarda (USA) tarafından geliştirilen Knoop’ tur. Knoop ucu, aynı yük kullanılarak yapılan Vickers sertlik ölçümleri ile karşılaştırıldığında nispeten daha derin izler bırakır.



Şekil 2.1 Vickers ucunun şekli ve ucu oluşturan açılar



Şekil 2.2 Knoop ucunun şekli ve ucu oluşturan açılar

Yukarıda bahsedilen demineralizasyon tespiti için kullanılan yöntemlerin çoğu dişlerden kesit alma ya da benzer bir yöntemle geri dönüşü olmayan yıkım işlemlerini içeren yöntemlerdir. Demineralize alanların klinikte, rahat uygulanabilen ve güvenilir yöntemlerle tespit edilebilmesi için son yıllarda yeni teknikler geliştirilmiştir (136). Bu tekniklerin pek çoğu dişlerin floresans özellik göstermeleri prensibine dayanarak geliştirilmiş cihazların kullanıma dayanmaktadır. Floresans, soğuk cisimlerde moleküler fotonun yutulmasının daha uzun bir dalga boyunda diğer bir fotonun yayılmasını tetiklemeyle gerçekleşen ışık verme olayıdır.

İnsan dişlerinin organik komponentlerinin floresans özellik göstermeleri konusuna ilk değinen **Benedict (136)** olup, çalışmasında sağlam ve çürük minenin floresans özellikleri arasındaki farka da değinmiştir. Sağlıklı mine ve dentin, demineralize dokularla kıyaslandığında farklı floresans özellik gösterir. Bunun nedeni, demineralize dokuların boyayı daha fazla absorbe ederek daha güçlü floresans özelliği göstermeleridir.

Lazer floresans yöntemi ilk olarak, 1982 yılında **Bjakhagen (137)** tarafından 488 nm' lik mavi yeşil argon lazer ışığıyla sağlam ve çürük insan minesini arasında karşılaştırma yapılarak denenmiş ve bu yöntemle sağlam ve çürük mine arasındaki farkların kolaylıkla izlenebileceği gösterilmiştir (B14). Pit ve fissürlerdeki yeni başlamış bir demineralizasyon alanının ısıрма radyografiden önce lazer floresans yöntemiyle gözlenebildiği ilk kez **Stookey' nin (138)** çalışmasında belirtilmiştir.

2.4.7. Kantitatif Işık Etkili Floresans (QLF)

Kantitatif ışık etkili floresans, diş dokularının floresans özelliği göstermeleri prensibine dayanarak çalışan bir aygıttır. Floresans özelliği yani ışık verme olayı, absorbe edilen ışığın renginden başka bir renkte ışık verme şeklinde gerçekleşir. Sağlıklı bir diş belli bir dalgaboyundaki mavi ışıkla aydınlatılırsa, dişin yapısında bulunan ve flofor (fluophore) adı verilen yapılar mavi ışığı absorbe edip, yeşil ışık şeklinde geri yansıtırlar (Resim 2.5.).



Resim 2.5. Sağlıklı bir dişin QLF görüntüsü

QLF görüntülerinde demineralize alanlar, erken çürük lezyonları yeşil fon üzerinde koyu renkli alanlar olarak görünürler. Lazer floresans yönteminde çift şarj edilebilen aygıt (CCD: charged coupled device), mikro video kamera ve bilgisayar destekli görüntü analizi kullanılır. Bu yöntem ortodontik tedavi maksatlı çekimi tasarlanan premolarlar üzerindeki plak birikimi sağlayan braketler kullanılarak in vivo olarak denenmiş ve lazer floresans, farklı zamanlarda lezyonun boyutundaki mineral içeriğindeki değişiklikleri de saptayabilmiştir (139). **Hafstorm ve Bjorkman (140)** çalışmalarında QLF kullanımını değerlendirmiş ve longitudinal mikroradyografi ile kıyaslandığında mineral kaybının gösterilmesinde lazer floresans tekniğinin doğruluğunu göstermişlerdir.

Işığın dağıtılması ya da saçılması, mineral kaybıyla ilişkili olarak çürük lezyonunun ölçümünde kullanılır. Yapılan çalışmalarda beyaz nokta lezyonlarının ışık dağıtım tekniğiyle teşhisinde eşik başlangıç değeri bulunamamıştır. İn vitro çalışmalarda sadece 25 µ derinliğe sahip lezyonlar ölçülebilmektedir. Düz yüzey çürüklerinde ise, ışık yansıtma tekniğinin kullanımının sınırlı olması bu tekniğin önemli bir dezavantajıdır. Ancak QLF sistemi ile oklüzal çürüklerin ve düz yüzey çürüklerinin teşhisinin geliştirilmesi için çalışmalar hala devam etmektedir.

2.4.8. Diyotlu Lazer Floresans (DIAGNOdent)

Hibst ve Gall (141), yapmış oldukları çalışmada çürüklerin floresansa olan hassasiyetlerinin çürük ilerledikçe arttığını ortaya koymuşlardır. Bu noktadan yola çıkılarak taşınabilir diyotlu lazer sistemi (DIAGNOdent, Kavo, Biberach, Germany) geliştirilmiştir. DIAGNOdent, lazer ışığı demineralize bölgelere uygulandığında oluşan floresans özelliği değerlendirmektedir. Bu cihaz ile QLF gibi elde edilen görüntülerin analizi sonucunda değil klinik ortamda hemen sonuç alınabilmektedir (85).

Bu cihazda dişler organik ve inorganik kısımlar tarafından absorbe edilebilen 655 nm' lik lazer ışığıyla aydınlatılırlar. Çürük yapısındaki gelişmeyle ilişkili olarak dişin yapısındaki değişiklikler floresans ışığın yansımada bir artışa neden olurlar (142) . Aletin verdiği sayısal değerlerle demineralizasyon ölçülebilir. Buna bağlı olarak, tekrarlanan ölçümlerle zaman içerisindeki farklılıklar kaydedilebilir.

Farklı diş renklerinden ve anatomik yapılardan dolayı tüm hastalardan tüm dişler aynı şekilde kalibre edilemez, bu nedenle çürük teşhisinde şüpheli alanlardan elde edilen maksimum değerler kaydedilmeli ve tekrar değerlendirmede referans olarak kullanılmalıdır (142). Böylece farklı zamanlarda yapılan ölçümler arası farklar göz önünde bulundurularak tedavi seçenekleri değerlendirilebilmektedir.

DIAGNOdent, oklüzal yüzeylerde ve düz yüzeylerde kullanılmak üzere iki tip uca sahiptir.

DIAGNOdent' in oklüzal yüzeylerde kullanımı ile ilgili pek çok çalışma mevcuttur. Yapılan çalışmalarda DIAGNOdent' in oklüzal yüzeylerde kullanımının güvenli olduğu, pit ve fissür çürüklerinin erken dönemde saptanmasında etkili olduğu bulunmuştur (142-146).

Shi ve ark (147), 2001 yılında yaptıkları çalışmada düz yüzeylerde oluşan demineralizasyon alanlarının değerlendirmesini in vitro olarak DIAGNOdent ölçümleri ve mikroradyografik - histopatolojik incelemelerle

kıyaslamışlar ve DIAGNOdent'in düz yüzey çürük lezyonlarının tanımlanmasında etkili olduğunu ve tekrarlanabilir ölçümler sunduğunu saptamışlardır.

Pinelli ve ark. (148), 2002 yılında yaptıkları 50 birey üzerinde 220 lezyonu inceledikleri in vivo çalışmada DIAGNOdent ile yapılan ölçüm değerlerini tekrarlanabilir bulmuşlar ve DIAGNOdent ölçümlerinin klinik gözlem sonuçları ile anlamlı bir ilişki gösterdiğini saptamışlardır.

Staudt ve ark. (85), 2004 yılında yaptıkları çalışmada in vitro olarak DIAGNOdent'in beyaz nokta lezyonlarının incelenmesinde etkinliğini değerlendirmiş, braket ve bonding materyallerinin kaydedilen floresans değerleri üzerinde anlamlı etkiler oluşturmadığını saptamış ve DIAGNOdent in vitro olarak demineralizasyon tespitinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

2.4.9. Dijital Fiber-Optik Transilüminasyon (DIFOTI)

Bu yöntem, fiber optik transilüminasyon ve dijital kameranın birleştirildiği yeni bir yöntemdir. Fiber optik aydınlatma ile dişlerden alınan görüntülerin bir bilgisayar programıyla analiz edilmesi ve demineralize alanların tespit edilmesini sağlar. **Schneiderman ve ark. (149)**, DIFOTI'yi değerlendirdikleri in vitro çalışmalarında aydınlatmanın ışık kaynağından diş yüzeyine fiber optiklerle taşındığını ve ışığın diş enine katetmesi sırasında ışığın saçılmasındaki değişikliklerin görüntü alınmasında kullanıldığını belirtmişlerdir. DIFOTI sisteminde görüntüler bir dijital çift şarj edilebilir aygıtlı (charged coupled device, CCD) kamera ile alınmakta ve CCD kullanımı, anlık görüntülerin projeksiyonunu sağladığı için farklı zamanlarda yapılan muayenelerdeki değişikliklerin kıyaslanmasına olanak sağlamaktadır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. GEREÇ:

3.1.1. Braketler

Çalışmamızda 0.018 inch slotlu Standart Edgewise üst santral braketleri (Dynalock tipinde 3M Unitek) kullanılmıştır.

3.1.2. Bonding Materyalleri

Çalışmamızda 2 tip bonding materyali kullanılmıştır.

3.1.2.1 Clearfil™ Protect Bond:

Kuraray (Osaka, Japan) firmasının bir ürünüdür. Standart paketi self-etching primer ve bonding ajanından oluşmaktadır. Primeri; 10-methacryloyloxydecyl dihidrojen fosfat (MDP), 12-Methacryloyloxydodecylpyridinium bromide (MDPB, antibakteriyal monomer), 2-Hidroksietil metakrilat (HEMA), hidrofilik dimetakrilat ve su içerir. Bu primer *Streptococcus mutans*' a karşı antibakteriyel özelliğe sahiptir. Bonding ajanı; 10-methacryloyloxydecyl dihidrojen fosfat (MDP), Bis-fenol A diglisidmetakrilat (Bis-GMA), 2-Hidroksietil metakrilat (HEMA), hidrofobik dimetakrilat, dl-kamforokinon, N,N-Dietanol-p-toluidin, koloidal silika partikülleri ve sodyum fluorür (<%1) içerir.



Resim 3.1. Clearfil™ Protect Bond bonding standart paketi

3.1.2.2 Transbond™ XT Light Cure Adhesive Primer:

3M Unitek firmasının ışıkla sertleşen ve florür salgılamayan bir ürünüdür. İçeriğinde %45-55 oranında Bis EMA, %45-55 oranında Trietilen-GMA bulunmaktadır.

3.1.3. Vernik Materyali:

Duraflor™:

Medicom (Montreal, Canada) firmasının bir ürünüdür (Resim 3.2). 1ml' sinde 50 mg sodyum fluorür (%5'lik) ve 22.6 mg'a eşdeğer fluorür iyonu içerir. Bunlardan başka eser miktarda denatüre etil alkol, tatlandırıcı, saf su, reçine, sukraloz, ksilitol ve bal mumu içerir.



Resim 3.2. Duraflor™ vernik materyali

3.1.4. Kompozit Yapıştırıcı:

Transbond™ XT Light-Cure Adhesive Paste

3M Unitek firmasının ürünüdür (Resim 3.3.). Işıkla sertleşen ve florür salgılamayan bir kompozit yapıştırıcıdır. %14 Bis GMA, %9 Bis EMA'dan oluşup içinde %77 oranında quartz ve sub-mikron silika partikülleri vardır. Çalışmamızda tüm braketler Transbond XT pastasıyla yapıştırılmıştır.



Resim 3.3. Transbond™ XT primeri ve pastası

3.1.5. Dişler:

Çalışmamızda, çürüksüz, minesinde çatlak veya kırık içermeyen 45 adet 1-2 yaş arası sığırlardan elde edilmiş keser dişleri kullanılmıştır. **Nakamichi' nin (150)** sığır dişinin mine yapısının insan dişinin mine yapısı ile benzerlik gösterdiğini belirttiği çalışmaya dayanarak birçok araştırmacı in vitro ortamdaki çalışmalarında sığır dişlerini kullanmışlardır.

3.1.6. LED Işın Cihazı

Yapıştırıcı maddenin ve bonding materyallerinin polimerizasyonu için Mectron Starlight pS markalı ışın cihazı kullanılmıştır (Resim 3.4.). Bu cihaz, 440 – 480 nm dalga boyunda ışık veren bir LED ışın cihazıdır.



Resim 3.4. Mectron Starlight LED ışın cihazı

3.1.7. DIAGNOdent

Çalışmamızda dişlerin floresans ölçümleri için DIAGNOdent (KaVo, Biberach, Germany) diyetli lazer aygıtı kullanılmıştır (Resim 3.5.). Aygıt, 0 ile 99 arasında floresans değerleri vermektedir.



Resim 3.5. Lazer floresans aygıtı, DIAGNOdent

3.1.8. Mikrotom Cihazı

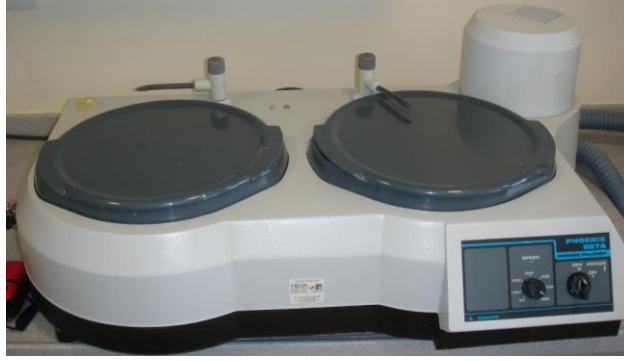
Mikrosertlik testi uygulanmadan önce köklerin ayrılması ve braketin orta kısmından geçecek şekilde dişlerin bukkolingual olarak bölünebilmeleri için Buehler (Lake Bluff, Illinois, USA) su soğutmalı mikrotom cihazı, çift taraflı kesen elmas disk ile birlikte kullanılmıştır (Resim 3.6.).



Resim 3.6. Mikrotom

3.1.9. Cilalama Aygıtı

Elde edilen diş kesitlerinin akrilik içine gömülmesinin ardından hazırlanan örneklerin yüzey dzeltimleri 320, 600 ve 1200 gritlik Al₂O₃ kağıt diskler kullanılarak Buehler® Phoenix Beta (Lake Bluff, Illinois, USA) cilalama aygıtı ile yapılmıştır (Resim 3.7.).



Resim 3.7. Cilalama Aygıtı

3.1.10. Mikrosertlik Test Cihazı

Mikrosertlik analizleri, Vickers elmas ucu bulunan Buehler® (Lake Bluff, Illinois, USA) mikrosertlik test cihazı ile yapılmıştır (Resim 3.8.).



Resim 3.8. Mikrosertlik Test Cihazı

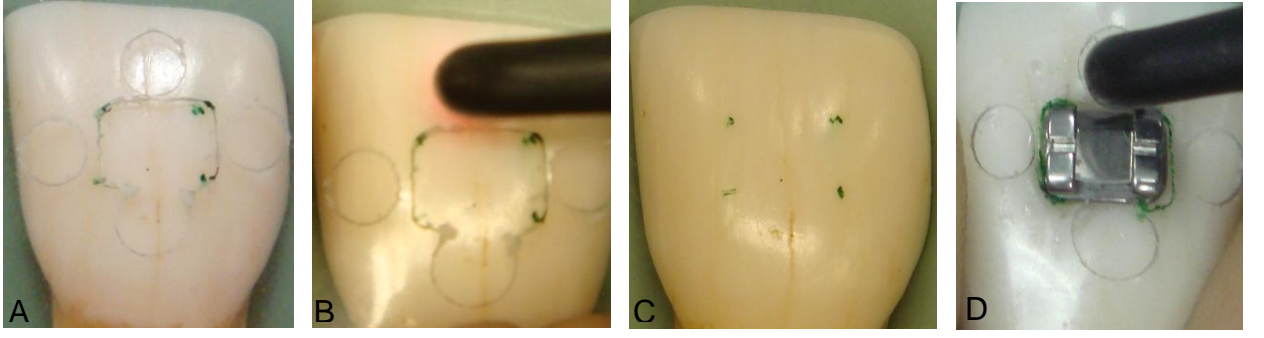
3.2. YÖNTEM

3.2.1. Dişlerin Hazırlanması ve Saklanması

Çalışmamızda, çürüksüz, minesinde çatlak veya kırık içermeyen 45 adet sığır dişi kullanılmıştır. Çekilmiş dişlerin yüzeyindeki yumuşak doku kalıntıları bir küret yardımıyla temizlenmiş ve deney başlatılana kadar dişler %0.1' lik timol solüsyonu içinde, buzdolabında saklanmıştır. %0.1' lik timol solüsyonu, yapay demineralizasyonun histolojik sonuçları üzerinde yıkıcı etkiler oluşturmadan antimikrobiyal etki gösteren bir solüsyondur (151). Dişlerin mine yüzeyleri fluorür içermeyen bir pomza ile temizlenmiş ve deionize su ile yıkanmıştır.

3.2.2. Başlangıç DIAGNOdent Ölçümleri

Tüm dişler, deneye başlamadan önce gözden kaçan demineralizasyon alanları olmaması için DIAGNOdent ile incelenmiştir. Aygıtın kalibrasyonu, üretici firmanın belirttiği şekilde, diş üzerinde güvenilir bir noktadan yapılmıştır. Çalışmamızda bu nokta, dişlerin lingual yüzeylerinden bir nokta olacak şekilde seçilmiştir. Başlangıçta ve deneyin sonunda yapılan ölçümlerin aynı noktadan yapılabilmesi için, ortasında braket tabanının genişliği kadar boşluk bulunan plastik bir şablon hazırlanmıştır. Boşluğun dört kenarında gingival, insizal, mezial ve distal kenarları belirtmek üzere DIAGNOdent'in ucu genişliğinde delikler açılmıştır. Ölçümler, aletin düz yüzey değerlendirmesi için tasarlanmış olan B tipi ucu ile yapılmıştır. İlk ölçümleri yapmadan önce, şablon üzerindeki braket boşluğunun köşelerine işaret kalemi ile noktalar konulmuş ve braketin yapıştırılacağı alan belirlenmiştir. Deneyin sonunda da şablon braketin etrafına yerleştirilerek aynı noktalardan floresans ölçümü yapılması sağlanmıştır (Resim 3.9-A, B, C, D).



Resim 3.9 A. Plastik şablonun dişe uygulanması, B. DIAGNOdent cihazıyla başlangıç ölçümünün yapılması, C. Braketin yapıştırılacağı alanın görünümü, D. Son DIAGNOdent ölçümünün yapılması

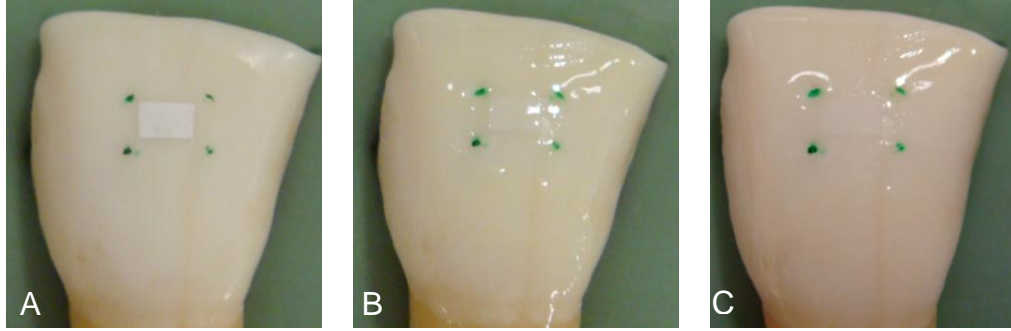
Tüm dişler, 15' erli gruplar halinde bukal yüzeyleri açıkta kalacak şekilde silikon esaslı ölçü maddesinden hazırlanmış kalıplar içerisine yerleştirilmişlerdir. Bu şekilde sabitlenen dişlerin DIAGNOdent ölçümleri, bonding uygulamaları, vernik uygulamaları ve dişlere braketlerin yapıştırılması işlemleri bu kalıplar üzerinde yapılmıştır.

3.2.3. Grupların Oluşturulması ve Braketlerin Yapıştırılması

Dişler, 15' erlik üç eşit gruba ayrılmışlardır. Bu şekilde iki çalışma grubu ve bir kontrol grubu oluşturulmuştur. Transbond™ XT ve Duraflor™ gruplarında dişlerin bukal yüzeyleri, hem bonding materyalinin uygulanabilmesi hem de klinik uygulamaların taklidi için tamamen asitlenmiştir. Dişler, %37' lik fosforik asit kullanılarak 20 saniye süre ile asitlenmiş, 15 saniye boyunca su ile yıkanmış ve 15 saniye boyunca da hava ile kurutulmuştur. Kontrol grubu olarak kullanılan Transbond grubunda dişlerin asitlenmiş mine yüzeyi üzerine Transbond XT primeri uygulanmış ve diğer gruplarla standardizasyon sağlamak için 10 saniye süre ile polimerize edilmiştir. Daha sonra braketler Transbond™ XT ile üretici firmanın direktifleri doğrultusunda yapıştırılmıştır.

Duraflor™ grubunda, braketlerin tabanının geleceği alanın kenarlarından birer mm daha dar alan koruyucu bir etiketle kaplanmıştır (Resim 3.10 A). Bu dişlerin bukal yüzeylerine Duraflor™ uygulaması yapılmış ve 30 dakika

beklenmiştir (Resim 3.10 B). Daha sonra koruyucu etiket dişlerden uzaklaştırılmıştır (Resim 3.10 C). Dişlerin verniksiz bu alanına Transbond™ XT primeri uygulanmış ve Transbond™ XT grubundaki dişler ile aynı şekilde yapıştırılmıştır.



Resim 3.10 A. Koruyucu etiketin uygulanması, C. Duraflo™ uygulanmış mine yüzeyi, C. Koruyucu etiketin uzaklaştırılması

İkinci deney grubu olan Clearfil grubunda ise 20 sn süreyle Clearfil'in kendi primerinin uygulamasının ardından bondingi sürülmüş ve 10 sn süreyle polimerize edilmiştir. Daha sonra Transbond™ XT ile yapıştırılmıştır. Clearfil™ Protect Bond' un kullanım direktiflerinde belirtildiği üzere ayrıca asitleme ve Transbond™ XT Primeri uygulama işlemi yapılmamıştır. Braketler; mezyodistal olarak kontur yüksekliğinde, okluzogingival olarak orta 1/3' lük kısma ve dişin kesici kenarına paralel yerleştirilmiştir. Braketin etrafından taşan yapıştırıcı madde bir sond yardımıyla dikkatlice temizlenmiştir. Polimerizasyon işlemi için Mectron Starlight pS LED cihazı kullanılmıştır.

3.2.4. Demineralizasyon ve Remineralizasyon Solüsyonları

Çalışmamızda kullanılan demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonlarının içeriği **Gillgrass ve ark.'nın (152)** çalışmalarında kullandıkları solüsyonlarla aynı yapıdadır. Çalışmalarında aynı solüsyon içeriklerini kullanan başka araştırmacılar da (91,153) söz konusu olmakla birlikte in vitro çalışmalarda kullanılan solüsyonların içeriğinin ana bileşenleri ortaktır.

Çalışmamızda kullanılan demineralizasyon solüsyonunun içeriği aşağıdaki gibi olup, asetik asit solüsyonun pH' ını düşürerek plak bakterilerinin oluşturduğu asidik ortama benzer bir ortam oluşturmaktadır.

- 2.2 mM Ca⁺²
- 2.2 mM PO₄⁻
- 50 mM asetik asit

Solüsyonun pH değeri 4.4'tür.

Çalışmamızda kullanılan remineralizasyon solüsyonunun içeriği aşağıda belirtildiği gibidir:

- 20 mM NaHCO₃
- 2.2 mM NaH₂PO₄
- 1 mM CaCl₂

Solüsyonun pH değeri 7'dir.

3.2.5. Deney Düzenegi

Her bir grupta 15' er tane olmak üzere toplam 45 adet braket uygulanmış ve dişler, her biri içinde 2 ml solüsyon bulunan cam esaslı tüplerde bekletilmiştir (Resim 3.11.). Dişler bir gün içerisinde toplam 16 saat remineralizasyon, 7 saat de demineralizasyon solüsyonunda vücut ısısını taklit edecek şekilde 37°C' de etüvde bekletilmiştir (Resim 3.12). Dişler solüsyon değiştirilmeden önce deiyonize su ile yıkanmış ve hafifçe kurutulmuştur. Demineralizasyon solüsyonundan çıkarılan dişler fırçalama ile oluşan mekanik abrazyonu taklit etmek için elde, diş fırçasıyla (Oral-B, Ortho) 30 saniye boyunca fırçalanmıştır. Demineralizasyon ve remineralizasyon siklusu 30 gün boyunca devam ettirilmiştir. Bu süre içerisinde solüsyonlar, ağız tükürük akışını taklit etmek, satürasyonu ve çözünme ürünlerinin birikimini önlemek amacıyla her değişimde yenilenmiştir.



Resim 3.11. Örneklerin bekletildiği cam esaslı tüpler



Resim 3.12. Test numunelerinin bekletildiği etüv

3.2.6. Değerlendirme Metodu

3.2.6.1. Son DIAGNOdent Ölçümleri

Demineralizasyon – remineralizasyon siklusu tamamlandıktan sonra, dişler musluk suyu altında yıkanmış ve her bir diş 30 saniye süre ile kurutulmuştur. Dişler deneye başlamadan önce hazırlanan silikon kalıplara tekrar yerleştirilmiştir. Başlangıç DIAGNOdent ölçümlerinin yapılmasında kullanılan plastik şablon yardımıyla, her bir diş üzerinde mezyal, distal, oklüzal ve servikal olmak üzere dört noktadan ölçümler tekrarlanmıştır (Resim 3.9-D).

3.2.6.2. Mikrosertlik Ölçümleri

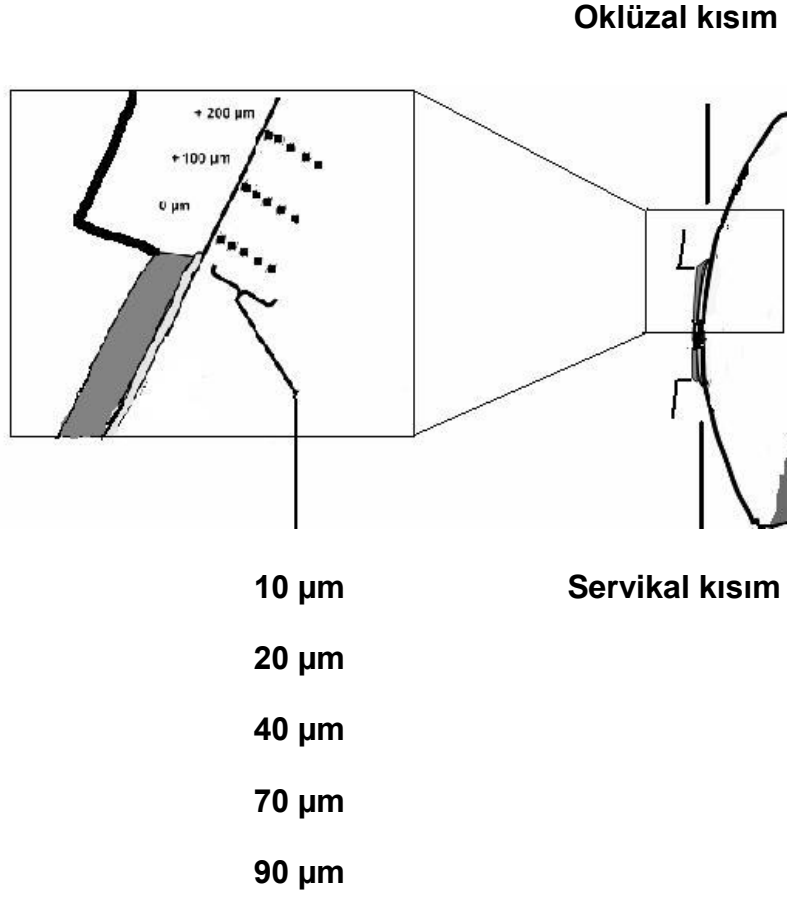
Çalışmamızda mine yüzeylerindeki demineralizasyon miktarının belirlenmesi için DIAGNOdent ölçümlerinin ardından, dişlere kesit mikrosertlik testi uygulanmıştır. Mikrosertlik testinin uygulanabilmesi için, su soğutmalı Buehler® mikrotom cihazı (Lake Bluff, Illinois, USA) ile dişler, braketin orta kısmından geçecek şekilde bukkolingual doğrultuda ikiye bölünmüş ve sonrasında dişlerin kökleri ayrılmıştır. Her diş örneği için alt ve üst yüzeyi birbirine paralel, iç çapı 15 mm ve yüksekliği 10 mm olan özel metal halkalar hazırlanmıştır. Elde edilen yarım kuronlar, kesit yüzeyleri cam yüzeyine gelecek şekilde cam üzerine yerleştirildikten sonra üzerlerine metal halkalar geçirilerek akriliğe gömülmüştür. Bu yöntemle tüm diş kesitlerinin akrilik yüzeyleri ile aynı seviyede olması sağlanmıştır. Dişlerin cam yüzeyinden temasının kaybolmaması ve sabitlenmesi amacıyla ilk aşamada az miktarda soğuk akrilik halkaların içine konulmuştur. Yarım kuronun sabitlendiğinden emin olunduktan sonra, halkanın kalan kısmı soğuk akrilik ile doldurulmuştur. Akriliğin polimerizasyonunun tamamlanmasının ardından metal halkalar cam yüzeyinden uzaklaştırılmıştır. Örnekler sırasıyla 320, 600 ve 1200 grite kadar abrazyon kağıt disklerle (Al_2O_3) zımparalanmıştır. Zımparalama esnasında zımparalama yönü değiştirilerek bir önceki zımparanın sebep olduğu izler ortadan kaldırılmış ve eşit miktarda cilalama yapılabilmiştir. Zımparalama ve cilalama işlemleri sonucunda her örnekte düz bir yüzey elde edilmiştir (Resim 3.13). Elde edilen mine yüzeyleri mikroskop altında incelenmiş ve istenilen pürüzsüz yüzeyin elde edilemediği durumlarda zımparalama işlemi tekrarlanmıştır. Cilalama sonrasında örnekler su ile yıkanıp kurutulmuştur. Çalışmanın her aşamasında örnekler kurumayı önlemek amacıyla kapaklı kaplarda, ıslatılmış pamuklar ile nemli ortamda saklanmıştır. Örnekler sadece ölçümler için kurutulmuş ve sonrasında tekrar nemli kaplara konulmuştur.

Mikrosertlik analizi, bir Vickers ucu bulunan Buehler® Micromet 5114 (Lake Bluff, Illinois, USA) mikrosertlik analiz cihazı ile yapılmıştır. Mikrosertlik ölçüm cihazı üzerindeki tablaya alt ve üst yüzeyi birbirine paralel hazırlanan

metal halka içerisinde akriliğe gömülmüş diş kesit yüzeyi yukarıya bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Örnekler üzerine, suda çıkmayan mürekkepli kalem ile braketin orta kısmı işaretlenmiş ve diğer ölçüm noktaları tablanın üzerindeki dijimetre ile tayin edilmiştir. Vickers elmas ucunun oluşturduğu çentiğin diagonal uzunluğu cihazın üzerinde yer alan mikroskoptaki ölçüm sistemi aracılığıyla saptanmıştır. Vickers sertlik değeri, aygıt üzerinde bulunan hesaplama cihazı ile otomatik olarak hesaplanmıştır. Yapılan ön çalışmada 5 saniye süre ile 100 gr kuvvet uygulaması yapılarak izler oluşturulmuştur. Fakat bu kuvvet değeri ile değerlendirilebilir izler tespit edilememiştir. 200 gr' ın üzerindeki kuvvet uygulamalarıyla da mine yüzeyinde 10 µm' den fazla ilerleyen çatlaklar tespit edilmiştir. Bu yüzden ölçümler **Moura ve ark.' nın (154)** çalışmalarındaki yöntemine benzer şekilde 5 saniye boyunca 200 gr kuvvet uygulaması ile yapılmıştır. Her bir yarım kuron üzerinde 6 pozisyonda ve 5 derinlikte olmak üzere toplam 30 iz elde edilmiştir. Pozisyonlar, **Moura ve ark.' nın (154)** çalışmalarında tasarladıklarına benzer biçimde oklüzal ve servikal kısımlarda da ayrı ayrı olmak üzere braketin hemen kenarı, 100 µm ilerisi ve 200 µm ilerisi olarak belirlenmiştir. Her pozisyonda da dış yüzeyden iç kısımlara doğru olacak şekilde 10 µm, 20 µm, 40 µm, 70 µm ve 90 µm derinliklerde ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.1).



Resim 3.13. Akrilik içerisine gömülmüş kesit örneği



Şekil 3.1. Mikrosertlik ölçümlerinin yapıldığı pozisyonlar ve derinlikler

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada istatistiksel analizler GraphPad Prisma V.3 paket programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra çoklu grupların tekrarlayan ölçümlerinde tekrarlayan varyans analizi, grup karşılaştırmalarında Newman Keuls çoklu karşılaştırma testi, gruplar arası karşılaştırmalarda tek yönlü varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Tukey çoklu karşılaştırma testi, tedavi öncesi, sonrası değerlendirmelerde eşlendirilmiş t testi, değişkenlerin birbirleri ile ilişkilerini belirlemede Pearson korelasyon testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. DIAGNOdent Ölçümlerinin Sonuçları

DIAGNOdent ölçümleri, tüm gruplarda braketlerin yapıştırılmasının hemen ardından ve yapay demineralizasyon - remineralizasyon siklusunun tamamlanmasının ardından olmak üzere iki kez yapılmıştır. Bulguların istatistiksel analizi, varyans analizi ile yapılmıştır. Başlangıç ve son ölçümlerin karşılaştırması Tablo 4.1' de verilmiştir.

Tablo 4.1 Dört noktadan başlangıçta ve siklus sonunda alınan değerlerin grup içi ve gruplar arası değerlendirmesinin yapıldığı varyans analizi sonuçları. Değerler 'Ortalama ± Standart Sapma' olarak verilmiştir.

		Transbond Grubu	Clearfil Grubu	Duraflor Grubu	p
Servikal	Tedavi Öncesi	3±0	3,07±0,26	3±0	0,376
	Tedavi Sonrası	8±0,65	4,67±0,62	6,73±0,46	0,0001
	T	-29,58			
	P	0,0001			
Oklüzal	Tedavi Öncesi	3±0	3±0	-12,22	-31,59
	Tedavi Sonrası	7,93±0,8	4,47±0,52	0,0001	0,0001
	T	-23,92	-11,00	-26,50	
	P	0,0001	0,0001	0,0001	
Mezyal	Tedavi Öncesi	3,07±0,26	3±0	3±0	0,376
	Tedavi Sonrası	8±0,85	4,67±0,49	6,67±0,49	0,0001
	T	-21,62	-13,23	-29,10	
	P	0,0001	0,0001	0,0001	
Distal	Tedavi Öncesi	3,07±0,26	3±0	3,07±0,26	0,61
	Tedavi Sonrası	8,27±0,7	4,67±0,49	6,73±0,59	0,0001
	T	-29,79	-13,23	-29,10	
	P	0,0001	0,0001	0,0001	

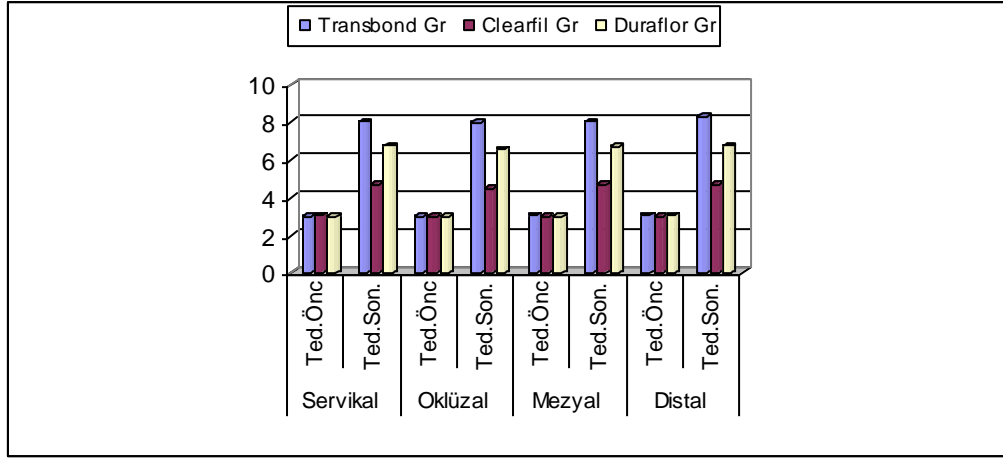
Tüm gruplarda, grup içi değerlendirmelerde dört bölgede de başlangıç ölçümleri ve son ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Ölçümlerin gruplar arası değerlendirmesinde, başlangıç sonuçları homojen dağılım göstermiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark izlenmemiştir. Transbond, Clearfil, Duraflor gruplarının siklus öncesi servikal DIAGNOdent ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ($p=0,376$).

Son ölçümlerin analizinde, gruplar arası fark saptanmıştır. Gruplar arasında görülen farklılığı değerlendirmek üzere yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 4.2' te görülmektedir. Transbond, Clearfil, Duraflor gruplarının siklus sonrası servikal ve oklüzal DIAGNOdent ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). Tüm gruplarda siklus sonrası DIAGNOdent ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Ölçüm yapılan dört bölgede de, Transbond grubunun DIAGNOdent ölçüm ortalaması Clearfil ve Duraflor gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($p=0,001$, $p=0,035$), Duraflor grubunun DIAGNOdent ölçüm ortalaması Clearfil grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,01$).

Tablo 4.2 Deney sonundaki DIAGNOdent ölçümlerine göre gruplar arası farkın belirlenmesi için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	Servikal	Oklüzal	Mezyal	Distal
Transbond Grubu / Clearfil Grubu	0,001	0,001	0,001	0,001
Transbond Grubu / Duraflor Grubu	0,035	0,025	0,035	0,035
Clearfil Grubu / Duraflor Grubu	0,01	0,01	0,01	0,01



Şekil 4.1 Dört ölçüm bölgesinde başlangıç değerleri ile son değerlerin gruplar arası grafiksel karşılaştırması

4.2. Mikrosertlik Testi Sonuçları

Çalışmamızda, dişlerden alınan bukkolingual kesitler üzerinde mikrosertlik ölçümleri yapılmıştır.

4.2.1. Derinlik İçinde Yapılan Değerlendirmeler

Beş derinlik için ayrı ayrı yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.3 - 4.7' de gösterilmektedir.

Tablo 4.3 10 µm' de yapılan varyans analizi sonuçları

10 µm	Transbond Grubu	Clearfil Grubu	Duraflor Grubu	P
Oklüzal 0	134,78±4,49	321,37±8,74	207,13±4,36	0,0001
Oklüzal 100	135,62±4,51	323,85±9,33	206,75±3,75	0,0001
Oklüzal200	136,98±4,3	321,65±6,37	208,37±2,71	0,0001
p	0,551	0,53	0,646	
Servikal 0	136,66±4,28	313,3±7,76	210,52±4,71	0,0001
Servikal 100	138,17±2,96	310,65±7,41	212,42±4,56	0,0001
Servikal 200	137,11±3,34	310,73±7,87	206,88±3,68	0,0001
p	0,445	0,322	0,028	

Tablo 4.4 20 µm' de yapılan varyans analizi sonuçları

20. µm	Transbond Grubu	Clearfil Grubu	Duraflor Grubu	P
Oklüzal 0	141,2±4,58	312,83±6,27	226,99±5,78	0,0001
Oklüzal 100	145,44±6,09	314,71±16,57	220,29±6,33	0,0001
Oklüzal200	145,19±4,73	314,86±13,91	226,05±6,5	0,0001
p	0,137	0,859	0,052	
Servikal 0	147,3±3,69	314,2±9,03	216,05±7,6	0,0001
Servikal 100	145,47±6,71	310,58±7,79	220,22±11,35	0,0001
Servikal 200	143,45±2,91	310,46±7,38	216,53±8,06	0,0001
p	0,189	0,365	0,504	

Tablo 4.5 40 µm' de yapılan varyans analizi sonuçları

40. µ	Transbond Grubu	Clearfil Grubu	Duraflor Grubu	P
Oklüzal 0	147,96±6,85	316,15±8,03	231,17±4,98	0,0001
Oklüzal 100	154,19±6,61	316,12±5,34	222,36±6,11	0,0001
Oklüzal200	154,32±6,41	317,77±10,89	230,34±5,96	0,0001
p	0,139	0,825	0,0001	
Servikal 0	151,15±4,62	315,96±11,19	226,38±8,31	0,0001
Servikal 100	150,44±8,2	314,02±7,37	225,25±4,53	0,0001
Servikal 200	146,37±3,25	312,68±7,65	223,17±6,59	0,0001
p	0,131	0,413	0,498	

Tablo 4.6 70 µm' de yapılan varyans analizi sonuçları

70. µ	Transbond Grubu	Clearfil Grubu	Duraflor Grubu	P
Oklüzal 0	160,68±4,33	318,24±4,77	235±2,71	0,0001
Oklüzal 100	162,33±2,93	317,22±3,94	225,35±7,01	0,0001
Oklüzal200	159,58±3,98	317,11±7,04	233,9±9,23	0,0001
P	0,369	0,724	0,108	
Servikal 0	160,92±2,85	315,02±7	226,09±9,93	0,0001
Servikal 100	155,68±6,29	316,39±10,2	230,64±4,66	0,0001
Servikal 200	156,02±4,06	317,77±9,56	228,1±9,6	0,0001
P	0,146	0,431	0,458	

Tablo 4.7 90 µm' de yapılan varyans analizi sonuçları

90. µ	Transbond Grubu	Clearfil Grubu	Duraflor Grubu	P
Oklüzal 0	163,71±1,54	318,34±7,69	245,12±10,31	0,0001
Oklüzal 100	166,9±3,66	318,91±3,72	247,02±11,1	0,0001
Oklüzal200	163,71±4,03	323,26±9,53	244,59±12,48	0,0001
P	0,148	0,148	0,893	
Servikal 0	164,36±5,56	316,4±7,19	243,3±9,8	0,0001
Servikal 100	161,19±5,48	320,36±14,15	233,93±5,43	0,0001
Servikal 200	162,91±4,52	319,92±11,21	237,92±8,06	0,0001
P	0,449	0,284	0,025	

Her bir derinlikte, Transbond ve Clearfil grubu oklüzal ve servikal bölgelerdeki grup içi dağılımda homojenlik göstermiş olup, Duraflor grubunun servikal 0, 100, 200 µm mikrosertlik ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik gözlenmiştir (p=0,028). Duraflor grubunun servikal 100

μm mikrosertlik ölçüm ortalamaları servikal 200 μm den istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,02$). Gruplar arası yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testlerinin sonuçlarına göre, Transbond, Clearfil, Duraflor gruplarının her bir derinlik ve uzaklıkta aynı olmak üzere mikrosertlik ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir ($p=0,0001$). Transbond grubunun mikrosertlik ölçüm ortalaması Clearfil ve Duraflor gruplarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,001$), Duraflor grubunun mikrosertlik ölçüm ortalaması ise Clearfil grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,001$) (Tablo 4.8).

Tablo 4.8 Tüm derinliklerde gruplar arası yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi 10,20,40,70,90 μm	Oklüzal	Oklüzal	Oklüzal	Servikal	Servikal	Servikal
	0 μm	100 μm	200 μm	0 μm	100 μm	200 μm
Transbond Grubu Clearfil Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Transbond Grubu Duraflor Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Clearfil Grubu Duraflor Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

4.2.2. Derinlikler Arası Yapılan Değerlendirmeler

Mikrosertlik testi ölçümlerinin, derinlikler arası karşılaştırılmasının sonuçları Tablo 4.9 - 4.11' de verilmiştir.

Transbond ve Duraflor gruplarına ait ölçümler için yapılan Newman-Keuls çoklu analiz sonuçlarına göre hem oklüzal hem de servikal bölgede, tüm derinlikler arası fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

Transbond ve Duraflor gruplarına ait ölçümler için yapılan Newman-Keuls çoklu analiz sonuçlarına göre hem oklüzal hem de servikal bölgede, 10, 20, 40, 70 ve 90 µm'ye ait ölçümler arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. Yüzeiden derine doğru inildikçe demineralizasyon miktarı istatistiksel olarak azalmaktadır.

Clearfil grubuna ait yapılan yapılan Newman-Keuls çoklu analiz sonuçlarına göre, oklüzal 0 µm bölgesine ait ölçümler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. Clearfil grubunda oklüzal 100 µm ve 200 µm bölgelerine ait ölçümler arası istatistiksel fark anlamsız çıkmıştır. Clearfil grubunda servikal 0 µm ve 100 µm bölgelerine ait ölçümler arası istatistiksel fark anlamsız çıkmıştır. Clearfil grubunun servikal 200 µm bölgesine ait ölçümler arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır.

Tablo 4.9. Üç gruba ait oklüzal bölgede yapılan ölçümlerin derinliklere göre karşılaştırmasının yapıldığı Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

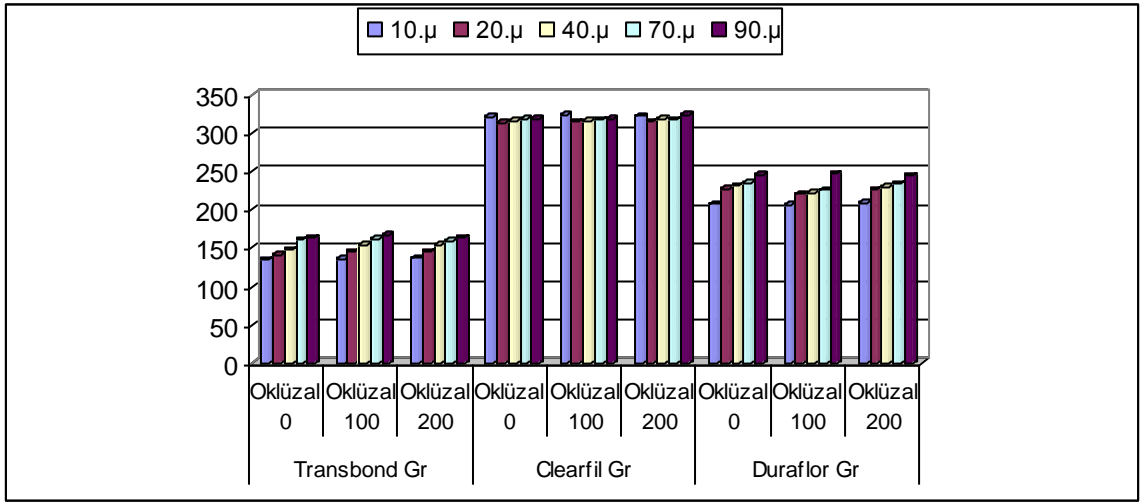
Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	Oklüzal 0 µm			Oklüzal 100 µm			Oklüzal 200		
	Transbond Grubu	Clearfil Grubu	Duraflor Grubu	Transbond Grubu	Clearfil Grubu	Duraflor Grubu	Transbond Grubu	Clearfil Grubu	Duraflor Grubu
10 / 20	0,006	0,02	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
10 / 40	0,001	0,169	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
10 / 70	0,0001	0,354	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
10 / 90	0,0001	0,324	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
20 / 40	0,017	0,077	0,129	0,0001	0,0001	0,293	0,001	0,001	0,02
20 / 70	0,0001	0,005	0,005	0,0001	0,0001	0,15	0,0001	0,0001	0,004
20 / 90	0,0001	0,002	0,002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,007
40 / 70	0,001	0,315	0,033	0,005	0,005	0,318	0,024	0,024	0,206
40 / 90	0,0001	0,196	0,007	0,0001	0,0001	0,0001	0,002	0,002	0,031
70 / 90	0,048	0,96	0,024	0,003	0,003	0,0001	0,054	0,054	0,093

Tablo 4.10 Üç gruba ait servikal bölgede yapılan ölçümlerin derinliklere göre karşılaştırmasının yapıldığı Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

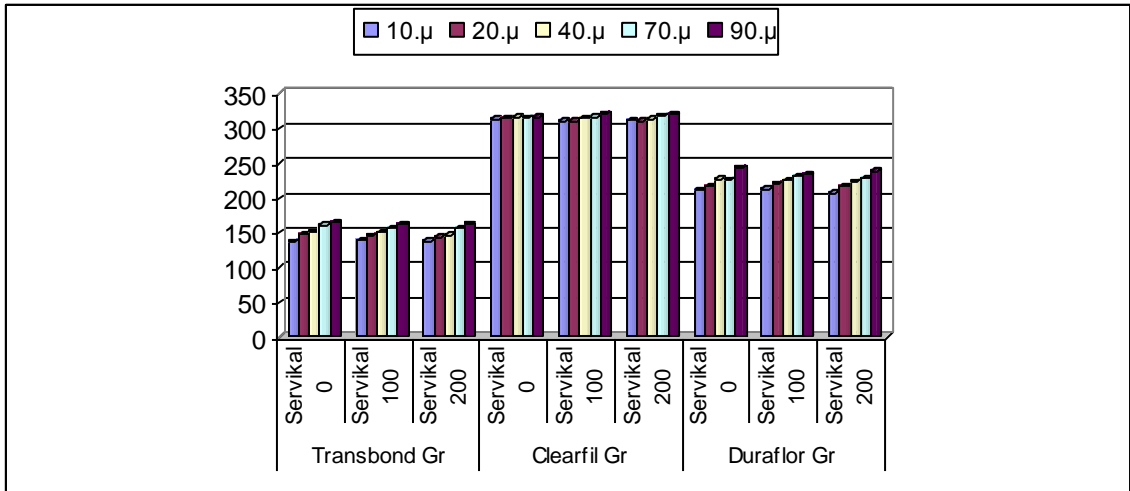
Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	Servikal 0			Servikal 100			Servikal 200		
	Transbond Grubu	Clearfil Grubu	Duraflor Grubu	Transbond Grubu	Clearfil Grubu	Duraflor Grubu	Transbond Grubu	Clearfil Grubu	Duraflor Grubu
10/20	0,0001		0,104	0,004		0,043	0,001	0,944	0,002
10/40	0,0001		0,0001	0,001		0,0001	0,0001	0,605	0,0001
10/70	0,0001		0,001	0,0001		0,0001	0,0001	0,178	0,0001
10/90	0,0001		0,0001	0,0001		0,0001	0,0001	0,134	0,0001
20/40	0,025		0,005	0,066		0,204	0,007	0,252	0,11
20/70	0,0001		0,025	0,003		0,014	0,0001	0,035	0,006
20/90	0,0001		0,0001	0,0001		0,001	0,0001	0,009	0,0001
40/70	0,0001		0,939	0,059		0,013	0,0001	0,067	0,105
40/90	0,0001		0,001	0,0001		0,001	0,0001	0,032	0,001
70/90	0,152		0,002	0,017		0,032	0,002	0,172	0,006

Tablo 4.11 Üç gruba ait oklüzal ve servikal bölgede yapılan ölçümlerin derinliklere göre karşılaştırmasının yapıldığı varyans analizi sonuçları

	10	20	40	70	90	p
Trans bond Grubu						
Oklüzal 0	134,78±4,49	141,2±4,58	147,96±6,85	160,68±4,33	163,71±1,54	0,0001
Oklüzal 100	135,62±4,51	145,44±6,09	154,19±6,61	162,33±2,93	166,9±3,66	0,0001
Oklüzal200	136,98±4,3	145,19±4,73	154,32±6,41	159,58±3,98	163,71±4,03	0,0001
Servikal 0	136,66±4,28	147,3±3,69	151,15±4,62	160,92±2,85	164,36±5,56	0,0001
Servikal 100	138,17±2,96	145,47±6,71	150,44±8,2	155,68±6,29	161,19±5,48	0,0001
Servikal 200	137,11±3,34	143,45±2,91	146,37±3,25	156,02±4,06	162,91±4,52	0,0001
Clearfil Grubu						
Oklüzal 0	321,37±8,74	312,83±6,27	316,15±8,03	318,24±4,77	318,34±7,69	0,016
Oklüzal 100	323,85±9,33	314,71±16,57	316,12±5,34	317,22±3,94	318,91±3,72	0,149
Oklüzal200	321,65±6,37	314,86±13,91	317,77±10,89	317,11±7,04	323,26±9,53	0,054
Servikal 0	313,3±7,76	314,2±9,03	315,96±11,19	315,02±7	316,4±7,19	0,898
Servikal 100	310,65±7,41	310,58±7,79	314,02±7,37	316,39±10,2	320,36±14,15	0,14
Servikal 200	310,73±7,87	310,46±7,38	312,68±7,65	317,77±9,56	319,92±11,21	0,026
Dur-aflor Grubu						
Oklüzal 0	207,13±4,36	226,99±5,78	231,17±4,98	235±2,71	245,12±10,31	0,0001
Oklüzal 100	206,75±3,75	220,29±6,33	222,36±6,11	225,35±7,01	247,02±11,1	0,0001
Oklüzal200	208,37±2,71	226,05±6,5	230,34±5,96	233,9±9,23	244,59±12,48	0,0001
Servikal 0	210,52±4,71	216,05±7,6	226,38±8,31	226,09±9,93	243,3±9,8	0,0001
Servikal 100	212,42±4,56	220,22±11,35	225,25±4,53	230,64±4,66	233,93±5,43	0,0001
Servikal 200	206,88±3,68	216,53±8,06	223,17±6,59	228,1±9,6	237,92±8,06	0,0001



Şekil 4.2. Oklüzal bölgede yapılan ölçümlerin derinlikler arası karşılaştırmasının grafiksel olarak gösterimi



Şekil 4.3. Servikal bölgede yapılan ölçümlerin derinlikler arası karşılaştırmasının grafiksel olarak gösterimi

4.2.3. Değişkenlerin Arası Yapılan Değerlendirmeler

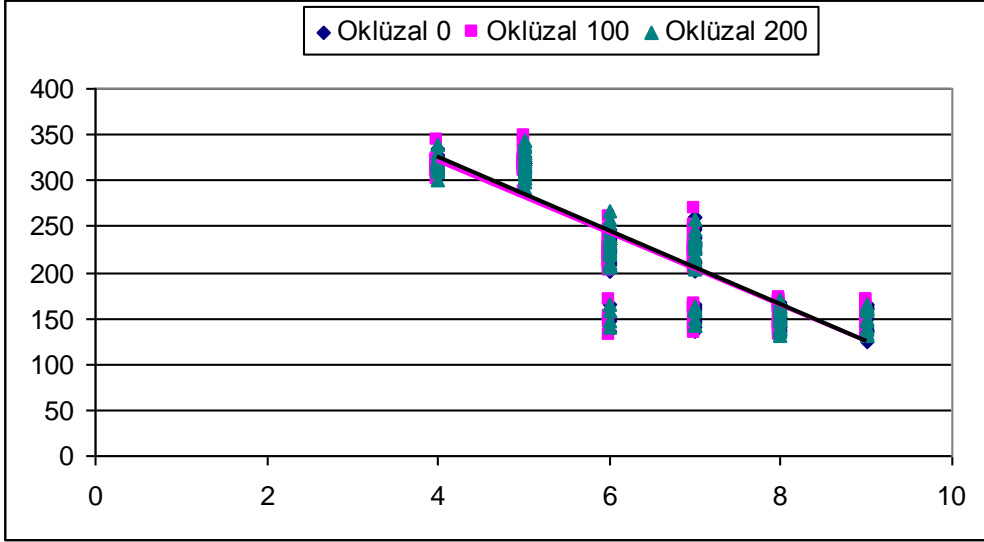
Değişkenlerin birbirleri ile ilişkilerini belirlemede Pearson korelasyon testi kullanılmıştır. DIAGNOdent oklüzal ve servikal son ölçüleriyle, mikrosertlik ölçümleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır (Tablo 4.11 ve 4.12, Şekil 4.4 ve 4.5). Son DIAGNOdent ölçümlerinin arttığı bölgelerde mikrosertlik ölçümleri düşük çıkmıştır (p=0,0001).

Tablo 4.12. Pearson korelasyon testine göre DIAGNOdent servikal son ölçüleriyle, mikrosertlik ölçümleri arasındaki ilişki

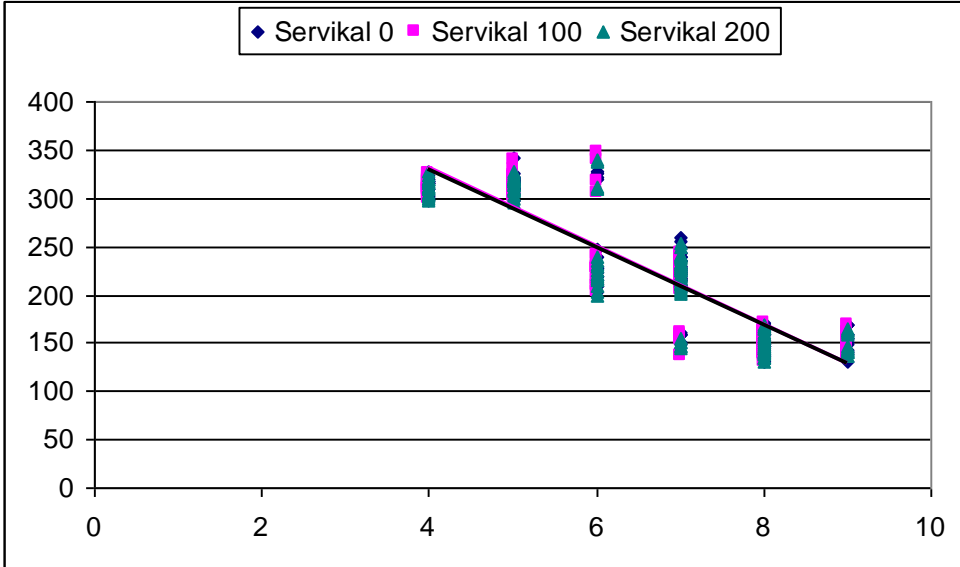
		Servikal TS
Servikal 0µm	R	-0,909
	P	0,0001
Servikal 100µm	R	-0,911
	P	0,0001
Servikal 200µm	R	-0,91
	P	0,0001

Tablo 4.13. Pearson korelasyon testine göre DIAGNOdent oklüzal son ölçüleriyle, mikrosertlik ölçümleri arasındaki ilişki

		Oklüzal TS
Oklüzal 0µm	R	-0,902
	p	0,0001
Oklüzal 100µm	R	-0,894
	p	0,0001
Oklüzal 200µm	R	-0,902
	p	0,0001



Şekil 4.4. Pearson korelasyon testine göre DIAGNOdent oklüzal son ölçümleriyle, mikrosertlik ölçümleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafi



Şekil 4.5. Pearson korelasyon testine göre DIAGNOdent servikal son ölçümleriyle, mikrosertlik ölçümleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafik

5. TARTIŞMA

Ortodontik braketlerin çevresinde zamanla oluşan mine demineralizasyonları günümüzde klinik açıdan önemli bir problem teşkil etmeye devam etmektedir (103). Dört hafta gibi kısa bir sürede, braket çevresindeki bölgelerde mine çözünerek, klinikte teşhis edilebilen erken çürük lezyonları ortaya çıkmaktadır (5,6). Ortodontik tedavi sırasında bu lezyonların önlenmesi, bu lezyonların estetiğe olan olumsuz etkileri ve potansiyel olarak geri dönüşümsüz nitelikleri sebebiyle ortodontistler açısından büyük önem taşımaktadır (103).

Ortodontik tedavi sırasında, aparey dizaynı, braketin etrafında bulunan taşkın yapıştırıcı maddeler, tükürük akış hızı ve tükürüğün kompozisyonu, bakteri plağının kompozisyonu, minenin mineral kompozisyonu ve diyet içeriği, beyaz nokta oluşumu üzerinde etkili olan faktörlerdendir (40,45). Mine demineralizasyonunun azaltılmasında, hasta kooperasyonunun gerektiği yöntemler yeterince efektif olamamakta ve demineralizasyon oluşumunu engellemede ciddi oranda bir başarı sağlanamamaktadır (84,85). Dolayısıyla son yıllarda hasta kooperasyonundan bağımsız olarak demineralizasyonun engellenmesine yönelik yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Mine yüzeyine, florür salgılayan ve/veya doldurulmuş bonding materyali uygulanması yöntemi, hasta kooperasyonundan bağımsız olması ve klinikte uygulamasının kolay olması itibarıyla son yıllarda demineralizasyonun engellemesinde tercih edilen bir yöntemdir (84,126,127). Bonding materyalinin demineralizasyonu engelleme kapasitesi bonding materyalinin kalınlığı, abrazyon direnci, sızdırmazlığı ve fluorür salgılama özelliği ile ilgilidir (60,84). Daha önce yapılan çalışmalarda, bazı kimyasal sertleşen bonding materyallerinin, polimerizasyon reaksiyonlarının oksijen baskılaması nedeniyle tamamlanamadığı ve asitlenmiş mine yüzeyini tam olarak kaplayamadıkları tespit edilmiştir (18,130). Bu tarz bonding materyallerinin mine demineralizasyonunu engellemeleri söz konusu değildir. Yapılan in vitro çalışmalarda ışıkla sertleşen bonding materyallerinin, geniş mine yüzeylerini kaplayabildiği ve demineralizasyonu engellemede efektif sonuçlar ortaya çıkardığı görülmüştür (130,132). Ancak bunların çoğu, yapılan klinik çalışmalarda aynı başarıyı gösterememiş ve kimyasal sertleşen bonding materyallerinden daha etkin sonuçlar sunamamışlardır (60,133). Bunun nedeninin, ışıkla sertleşen bu bonding materyallerinin doldurulmamış ya da az

doldurulmuş rezinlerden üretilmiş olmaları ve yine bu materyallerin doldurulmuş bonding materyallerine göre daha düşük abrazyon direncine sahip olup daha çabuk aşınmaları olarak düşünülmektedir (155).

Bu araştırmada iki farklı bonding materyali ile bir çeşit florür verniğinin demineralizasyon üzerine etkileri in vitro olarak kıyaslanmıştır. Clearfil™ Protect Bond, antibakteriyel monomer içeren, florür serbestleyen ve ışıkla sertleşen, bonding materyalidir. Transbond™ XT Primer'i florür serbestlemeyen bir bonding materyalidir. Duraflor™ ise florür içeren bir verniktir.

Bulut ve ark. (156) tarafından yapılmış olan bir çalışmada hem Clearfil™ Protect Bond' un hem de Transbond™ XT'nin, braket yapıştırma kullandıklarında kopma ve sıyırma dirençleri açısından klinik olarak tatmin edici sonuçlar verdikleri ortaya koyulmuştur. Bu açıdan klinik kullanımlarında dayanıklılık bakımından herhangi bir problem ortaya çıkmamaktadır.

Çalışmamız, sığır keserleri üzerinde tasarlanmış bir çalışmadır. Seçilen dişlerin çekildiği sığırlar, 1-2 yaş gruplarında ve aynı çevrede gelişimlerini tamamlamış hayvanlardır. Dolayısıyla, dişlerin başlangıçtaki mineral kompozisyonlarının benzer olduğu düşünülmektedir.

Mine üzerinde meydana gelen demineralizasyonun incelendiği in vitro ve in vivo pek çok çalışma mevcuttur. Yapılan in vivo çalışmalarda, demineralizasyon ortamı doğal olmakla birlikte hasta kooperasyonu, hastaların tükürük kompozisyonu, hastaların diyet içeriği gibi unsurlarda standardizasyon sağlamak zor olmaktadır (1,19,23,55,60,83,133). Ayrıca, deney sürecinin sonunda demineralizasyonun incelenme yöntemleri yetersiz kalabilmektedir. Demineralizasyon tespiti için yapılan in vitro çalışmalar ise genellikle insan ya da sığır dişlerinin kullanıldığı ve yapay demineralizasyon sikluslarının uygulandığı çalışmalardır (84,85,91,132,152,153).

Underwood ve ark (160), ortodontik tedavi amaçlı çekimi yapılacak premolarlar üzerine braket yapıştırmak suretiyle demineralizasyon periyodunu ağız içerisinde oluşturmuş ve 60 gün sonunda dişlerin çekiminin ardından demineralizasyon tespitini in vitro olarak polarize ışık mikroskobu altında gerçekleştirmişlerdir.

O'Reilly ve Featherstone' un (6) çalışmalarında da benzer yöntem kullanılmış, dişlerin çekiminin ardından demineralizasyon tespiti mikrosertlik testi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda, hastaların hijyen sağlama alışkanlıkları ve diyet içeriklerinin benzer ve kontrol altında tutulmasında standardizasyonu sağlamak mümkün olmadığı için, demineralizasyon siklusu in vitro olarak sığır dişleriyle gerçekleştirilmiştir.

İn vitro çalışmalarda kullanılan çeşitli yapay demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonu içerikleri sözkonusudur. Çalışmamızda kullanılan demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonlarının içeriği **Gillgrass ve ark. (152)** çalışmalarında kullandıkları solüsyonlarla aynı yapıdadır.

Hazırlanan deney örnekleri, demineralizasyon solüsyonu içerisinde 7 saat, remineralizasyon solüsyonu içerisinde 16 saat bekletilmiştir. Yedi saat demineralizasyon süresi ile, ortalama olarak yemek sonrası asit atağı süresi taklit edilmiştir. On altı saat remineralizasyon süresiyle de tükürüğün tamponlama süresi taklit edilmiştir.

O'Reilly ve Featherstone (6), yaptıkları çalışmada ortodontik apareyler etrafında bir ay sonrasında kaydedilebilir demineralizasyon alanlarının oluştuğunu saptamışlardır. Bu sebeple çalışmamızda demineralizasyon – remineralizasyon siklusu, toplam 30 gün süre ile devam ettirilmiştir.

Solüsyon içerisindeki örnekler, benzer çalışmalarda yapıldığı şekilde vücut ısısını taklit etmek üzere 37°C' de etüvde bekletilmiştir (84,91,92) .

Yapılan in vitro çalışmalarda, fırçalama nedeniyle oluşan mekanik abrazyonu taklit etmek için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Ortodontik tedavi gören hastalarda, iyi bir ağız hijyeni sağlanması için her bir diş yüzeyine günde 3 kez olmak üzere 5-7 fırça darbesi uygulanması gerekmektedir (84). **Hu ve Featherstone (78)**, yaptıkları çalışmada iki yıllık bir tedavi süresinde her bir diş yüzeyine ortalama 15000 fırça darbesi uygulandığını düşünerek çalışmalarında pistonlu bir fırçalama makinesi kullanmışlar ve örneklerini bu sayıda fırça darbesine maruz bırakmışlardır. Deney sürelerinin 14 gün olduğunu göz önüne alırsak, bu kadar mekanik abrazyonun fazla olduğu düşünülebilir. Bu çalışmada, in vivo ortamı taklit edecek şekilde dişler, demineralizasyon solüsyonundan

çıkarıldıktan sonra aynı araştırmacı tarafından elde fırça ile 30 saniye süre ile fırçalanmıştır.

Çalışmamızda, örnekler pH siklusunun tamamlanmasının ardından DIAGNOdent aygıtı ve kesit mikrosertlik testi ile incelenmiş ve demineralizasyon tespiti yapılmıştır.

5.1. DIAGNOdent Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Demineralizasyon tespitinde kullanılan ve güvenilir sonuçlar veren yöntemlerin bir çoğu dişlerden kesit alınması gibi işlemler sonucu uygulanabilen invaziv yöntemlerdir. Lazer floresans aygıtı olan DIAGNOdent, klinik ortamında minenin mineral içeriği ile ilgili bilgi edinilmesini sağlayan bir aygıt olması itibariyle kullanımı kolay ve avantajlı olan bir ölçüm cihazıdır. Aygıtın iki tipte olan uçları sayesinde düz yüzeylerde ve oklüzal yüzeylerde ölçüm yapılabilmektedir. Yapılan in vivo ve in vitro çalışmalarda DIAGNOdent'in düz yüzey çürük lezyonlarının tanımlanmasında etkili olduğu ve tekrarlanabilir ölçümler sunduğu gözlenmiştir (147,148).

Bu aygıt ile yapılan araştırmalardakine benzer şekilde çalışmamızda da demineralizasyon siklusuna tabi tutulan dişlerin, siklusun başlangıcında ve tamamlanmasının ardından DIAGNOdent ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler mezyal, distal, oklüzal ve gingival olmak üzere dört noktadan yapılmıştır. Başlangıç ve son ölçümlerin aynı noktadan yapılabilmesi için üzerinde braket genişliği kadar boşluk bulunan plastik bir şablon kullanılmıştır. şablon şeffaf bir plastik materyalinden seçilmiş ve bu sayede herhangi bir rengin floresans değerlerini etkilemesi engellenmiştir. Aletin kalibrasyonu, üretici firmanın belirttiği şekilde, diş üzerinde güvenilir bir noktadan yapılmıştır. Çalışmamızda bu nokta, dişlerin lingual yüzeylerinden bir nokta olacak şekilde seçilmiştir. Ölçümler aynı gözlemci tarafından üç kez tekrarlanmak üzere birbirinden bağımsız iki gözlemci tarafından gerçekteşirilmifitir. Kaydedilen ölçüm sonuçları benzerlik göstermiştir. Daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda DIAGNOdent ölçümlerinin tekrarlanabilirliği denenmiş ve güvenli bulunmuştur (142-148).

Çalışmamız için seçilen dişler, üzerinde herhangi bir demineralize alan bulunmayan dişlerdir. Başlangıç DIAGNOdent ölçümlerinin değerlendirildiği analiz sonuçlarında da, tüm gruplar arası dağılım homojenlik göstermiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Staudt ve ark. (85) yaptıkları çalışmada bonding materyali uygulanmış mine yüzeyinin işlem görmemiş mine yüzeyine göre 0.5' lik bir ortalama ile daha yüksek floresans değeri gösterdiğini bildirmişler fakat bu farkın aynı noktadan ölçüm yapılamamasına bağlı olabileceğini belirtmişlerdir. Deney sürecinin sonunda yapılan DIAGNOdent ölçümleri, aygıtın üretici firması tarafından belirtilen demineralizasyon tespit eşiğinin altında kalmıştır. Bununla birlikte, başlangıç ölçümleri ile son ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Dolayısıyla, klinikte tedavi öncesinde, tedavinin devamında ve tedavi sonrasında ölçümler kayıt edilerek, birbiriyle kıyaslama suretiyle yorumlanabilir. **Lussi ve ark. (142)** da çalışmalarında çürük teşhisinde şüpheli alanlardan alınan maksimum değerlerin kaydedilip, tekrar değerlendirmede referans olarak alınması gerekliliğini vurgulamışlardır.

Deney sürecinin sonunda yapılan DIAGNOdent ölçümleri, aygıtın üretici firması tarafından belirtilen demineralizasyon tespit eşiğinin altında kalmıştır. Bununla birlikte, başlangıç ölçümleri ile son ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Dolayısıyla, klinikte tedavi öncesinde, tedavinin devamında ve tedavi sonrasında ölçümler kayıt edilerek, sonuçlar birbiriyle kıyaslama suretiyle yorumlanabilir.

Deney sürecinin sonunda yapılan DIAGNOdent ölçümleri için yapılan analiz sonuçlarına göre gruplar arası fark anlamlı bulunmuştur. Tukey karşılaştırma testi sonuçlarına göre ölçüm yapılan dört bölgede de Clearfil grubunun değerleri Durafloor ve Transbond grubu değerlerinden; Durafloor grubunun değerleri de Transbond grubunun değerlerinden düşük çıkmıştır.

5.2. Mikrosertlik Testi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışmamızda, DIAGNOdent ölçümlerinin ardından kesit mikrosertlik testi uygulanmıştır. **Featherstone ve ark. (161)**, yaptıkları çalışmada minenin mikrosertlik değerleri ile çürük lezyonlarındaki mineral oranı arasında anlamlı bir ilişki saptamışlardır.

Çalışmamızda su soğutmalı mikrotom ile hazırlanan dış kesitleri **Grobler ve ark. (162)** ile **Herkstöter ve ark.'nın (163)** yaptıkları şekilde nemli ortamda bekletilmiştir. Bunun yapılmasındaki amaç, dışın suyunu kaybederek kuruması ve yapılacak çalışmanın sonuçlarında oluşabilecek sapmaları önlemektir.

Mikrosertlik testinin uygulanabilmesi için, hazırlanan örneklerin yüzeylerinin yere paralel, düzgün ve pürüzsüz olması gerekmektedir. Mine yüzeyinin, bu tür bir inceleme için hazırlanması oldukça güç olmaktadır. İncelenecek muhtemel demineralizasyon alanlarının tahribatı söz konusu olabilmektedir. Dolayısıyla çalışmamızda kesit mikrosertlik testi uygulanmıştır. Mikrosertlik ölçümü için kesit örneklerinde cilalı ve düz bir yüzey oluşturulması amacıyla, bazı araştırmacılar kesitleri sırasıyla 400, 800, 1500 gridlik (164) veya yalnızca 600 gridlik (165) silikon karbid ile zımparalarken, **Herstöter ve ark. (163)** yüzeye cilalama yapmamışlardır. Çalışmamızda **Pascotto ve ark. (107)** ile **Moura ve ark.'nın (154)** çalışmalarına benzer şekilde örnekler sırasıyla 320, 600 ve 1200 gridlik alüminyum oksit disklerle zımparalanmıştır. Zımparalama sonrasında artık kalmaması için örnekler tam olarak su ile yıkanıp kurutulmuştur. Zımparalama ve cilalamanın yapıldığı açı mikrosertlik ölçüm farklılıklarına sebep olabilmektedir. Bazı araştırmacıların (163,166) yaptığı şekilde çalışmamızda da dış kesitlerinin sadece akrilik içerisinde değil, standart kalınlıkta metal halkalar içerisine akrilik ile gömülmesi uygun bulunmuştur. Zımparalama ve cilalama işlemleri sırasında da kuvvet yanlış açılı uyguladığında metal halka üzerinde bir bölgede metalin daha fazla parladığı gözlemlenmiştir. Bu sayede zımparalama sırasında uygulanan kuvvetin kontrolü mümkün olmuştur.

Mikrosertlik ölçümü için kullanılan mikrosertlik ölçüm cihazındaki direkt aydınlatma yoğunluğu ya da aydınlatma açısı değiştirildiğinde, çentiğin yanlış ölçülmesi sonucu değişik mikrosertlik değerleri elde edilebileceği bildirilmiştir (167). Bu nedenle mikrosertlik cihazının üzerindeki mikroskobun aydınlatma yoğunluğu araştırmamız boyunca sabit tutulmuştur. Mikroskobun netlik ayarında bir sapma olması sonucunda çentiğin genişliği farklı görülebilmektedir (167). Ölçümlerimizde netliğin oluşturulması için, çentiğin ortasından en uç köşesine kadar ışığın yoğunlaştırılarak ölçümün alınmasına dikkat edilmiştir.

Phillips ve Swartz' ın (167) alışmalarında belirttiği şekilde örnekler tam kurutularak çentik uzunlukları ölçülmüş ve ıslak mine yüzeyinden ışığın kırılması nedeniyle yanlış ölçümler yapılması engellenmiştir.

Ortodonti literatüründe, mine demineralizasyonunun tespiti için kesit mikrosertlik testinin uygulandığı çeşitli çalışmalar mevcuttur (5,6,84,107,154). Bunların pek çoğu Knoop mikrosertlik test cihazı ile yapılmıştır. Knoop ölçümlerinde, çentiklerin çok net olarak ölçülebildiği durumlarda dahi araştırmacılar arasında farklı sertlik saptaması olabileceği **Phillips ve Swartz (167)** tarafından bildirilmiştir.

Çalışmamızda mikrosertlik testi, Vickers ucu bulunan bir test cihazı ile yapılmıştır. Kesitler üzerinde, ölçüm yapılacak her bir noktaya 5 saniye süre ile 200 gr kuvvet uygulanmıştır. Aynı kuvvetin uygulandığı durumlarda Vickers ucunun oluşturduğu izler, Knoop ucu ile oluşturulan izlere göre daha sığ izlerdir. Knoop ucu kullanılarak yapılan çalışmalarda 50 gr' lık bir kuvvet uygulanırken, çalışmamızda 100 gr ile değerlendirilebilir izler tespit edilememiş ve 200 gr kuvvet uygulaması ile ölçümler yapılmıştır. Çalışmamızda baklava şeklinde olması gereken Vickers entiği elde edildiği zaman mikrosertlik değerleri okunmuştur. Çentiğin baklava şekline uygun olmadığı görüldüğünde cilalamanın eğiminde bir yanlışlık olduğu dşnencesiyle bir kez daha yapılan zımparalama ve cilalama sonrasında mikrosertlik ölçümü tekrarlanmıştır. Örnekler zerindeki ilk çentikler, çalışmamızda sertliğin ölçülmesi gereken noktalardan uzakta belirlenen mine kısımlarında oluşturulmuştur.

Değerlendirmeler, Vickers sertlik değerleri (VSD) zerinden yapılmıştır. Mikrosertlik değerleri ile birlikte **Featherstone ve ark.'nın (161)** alışmalarında tanımladıkları bir formül yardımıyla minede meydana gelen mineral kaybı hesaplanabilmektedir.

Çalışmamızda ayrı bir grup sığır dişi üzerinde ayrı bir işlem uygulamadan mikrosertlik testine tabi tutulmuştur. Bu test sonucunda işlem uygulanmamış sığır dişi minesinin ortalama mikrosertlik değerleri $424,0 \pm 48,68$ bulunmuştur. Elde ettiğimiz bu bulgu kullandığımız her üç materyalde de mine sertliği düzeyinde düşüşle karşılaşıldığını ortaya koymaktadır.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, her bir derinlik için yapılan değerlendirmelerde tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Tukey çoklu analiz sonuçlarına göre her derinlikte Clearfil™ Protect Bond grubu değerleri diğer iki grubun değerlerinden, Duraflor grubunun değerleri de Transbond™ XT grubunun değerlerinden yüksek çıkmıştır. Oklüzal ve servikal bölgelerdeki ölçüm değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu durum, deneyin in vitro ortamda yapılması ve demineralizasyon - remineralizasyon solüsyonlarının her iki bölgeye de aynı oranda etkimesine bağlanabilir.

Ölçümlerin uzaklıklar arası değerlendirilmesinde Clearfil™ Protect Bond ve Transbond™ XT gruplarında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Duraflor grubunda ise servikal bölgede 100 µm ve 200 µm uzaklıkları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. Bunun nedeninin servikalden oklüzale doğru yapılan fırçalamanın meydana getirdiği mekanik abrazyon olduğu düşünülmektedir.

Ölçümlerin derinlikler arası değerlendirmesinde, Clearfil™ Protect Bond grubunda ölçümler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Clearfil™ Protect Bond, demineralizasyonu engellemede etkin sonuçlar göstermiştir.

Duraflor ve Transbond™ XT gruplarının ölçümlerinin derinlikler arası değerlendirmesi için yapılan Newman-Keuls çoklu analiz testi sonuçlarına göre, 10, 20, 40, 70, 90 µm' deki ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Yapılan analiz sonucunda derinden yüzeye doğru anlamlı bir demineralizasyon tespit edilmiştir.

Clearfil™ Protect Bond doldurulmuş rezin bonding materyali olmakla birlikte fluorür serbestleme özelliğine de sahiptir. Araştırmamızda Clearfil™ Protect Bond ile elde edilen bulgular bu materyalin flourür serbestleme ve iyi bir örtücü olma özellikleriyle açıklanabilir.

Clearfil™ Protect Bond' un demineralizasyon üzerine etkisi daha önce araştırılmamıştır. Ancak araştırmalarında Clearfil™ Protect Bond' la benzer özellikleri taşıyan bir bonding materyalini (Proseal, Reliance) test etmiş olan **Hu ve Featherstone (84)** çalışmamızda Clearfil™ Protect Bond için elde ettiğimiz bulgulara paralel sonuçlar bulmuşlardır. Benzer şekilde **Salar ve ark.' nın (168)**

fluorür salgılamayan bir bonding materyali, fluorür salgılayan bir bonding materyali ve cam iyonomer simanın mine demineralizasyonu üzerine etkilerini polarize ışık mikroskobu ile değerlendirdikleri in vitro çalışmada da fluorür salgılayan bonding materyalinin, fluorür salgılamayan bonding materyaline göre anlamlı derecede demineralizasyonu azalttığını belirtmişlerdir. Çalışmada fluorür salgılayan cam iyonomer simanın demineralizasyonu engelleme potansiyeli fluorür salgılayan bonding materyalinden daha fazla çıkmakla birlikte bu durum materyalin fluorür serbestleme miktarındaki farka bağlanmıştır. Diğer taraftan cam iyonomer simanın braket yapıştırımda kullanıldığında daha düşük kopma ve sıyırma direnci göstermesi nedeniyle klinik kullanımda fluorür salgılayan bonding materyalinin daha etkin olacağı düşünülmektedir.

Arhun ve ark. (169)' nın yaptığı bir çalışmada, Clearfil™ Protect Bond' un metal ve porselen braketlerin altında mikro sızıntısını kontrol grubuyla (Transbond™ XT) karşılaştırmış ve benzer mikro sızıntı değerlerini bulmuştur. Clearfil™ Protect Bond' un antimikrobiyal özelliği ve benzer mikro sızıntı değerleri nedeniyle ortodontide kullanılan bondinglerin bir alternatifi olabileceğini belirtmiştir.

Çalışmamızın aksine **Wenderoth ve ark. (128)** 'nın fluorür serbestleyen, ışıkla sertleşen ve hafif doldurulmuş bir bonding materyalini inceledikleri in vivo çalışmalarında, kontrol grubu ve deney grubu arasında meydana gelen mine demineralizasyonu açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu durum, çalışmanın in vivo olarak gerçekleştirilmesi nedeniyle, özellikle gingival bölgelerde yüzey koruyucu materyalinin uygulamasının düzgün gerçekleştirilememesine ve yüzey koruyucu materyalinin hafif doldurulmuş olması itibarıyla abrazyon direncinin düşük olmasına bağlanabilir. Ayrıca, demineralizasyon incelemesinin intraoral fotoğraf slaytları üzerinde yapılması, demineralize alanların tespitinde yetersiz kalınmasına neden olabileceği düşünülebilir.

Çalışmamızın sonuçlarıyla uyumlu bir şekilde **Gorton ve Featherstone (5), Banks ve Richmond (60), Schmit ve ark. (90), Sudjalim ve ark. (92),** Transbond™ XT' yi mine demineralizasyonunun engellenmesinde etkisiz bulmuşlardır.

Çalışmamızın sonuçları göstermiştir ki, Clearfil™ Protect Bond ortodontik tedavi sırasında meydana gelen demineralizasyonun engellenmesinde diğer gruplara göre anlamlı farklar göstermiştir. Fluorür içeren vernik materyali Duraflor da, Transbond XT' ye oranla anlamlı derecede düşük demineralizasyon göstermiştir. Bu bulgu **Todd ve ark. (89), Schmit ve ark. (90), Demito ve ark. (91)' nin**, sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur.

Klinikte, ortodontik tedavi gören tüm hastalar için geçerli olmakla birlikte özellikle ağız hijyenini sağlamakta güçlük çeken hastalar için Clearfil™ Protect Bond gibi hem fluorür salgılayan hem de antibakteriyel self etching primere sahip bonding materyallerinin ve Duraflor™ gibi fluorür içeren verniklerin kullanımının tedavi sırasında oluşabilecek demineralizasyonun engellenmesinde etkili olabileceği düşünülebilir.

6. SONUÇLAR

1. Lazer floresans aygıtı DIAGNOdentin, in vitro olarak demineralizasyon tespitinde tekrarlanabilir ve güvenilir sonuçlar ortaya koyduğu tespit edilmiştir.
2. Lazer floresans aygıtı DIAGNOdent oklüzal ve servikal son ölçüleriyle, mikrosertlik ölçümleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Son DIAGNOdent ölçümlerinin arttığı bölgelerde mikrosertlik ölçümleri düşük çıkmıştır ($p=0,0001$).
3. Clearfil™ Protect Bond bonding materyali, yapılan in vitro demineralizasyon – remineralizasyon siklusunun sonucunda demineralizasyonu engellemede istatistiksel olarak anlamlı bir etkinlik göstermiştir.
4. Duraflor™ vernik materyali, yapılan in vitro demineralizasyon – remineralizasyon siklusunun sonucunda demineralizasyonu engellemede Transbond™ XT grubuna göre anlamlı derecede ($p < 0,05$) etkinlik göstermiştir.

5. Transbond™ XT bonding materyali, yapılan in vitro demineralizasyon – remineralizasyon siklusunun sonucunda demineralizasyonu engellemede etkin bir sonuç gösterememiştir.

6. Transbond™ XT ve Duraflor™ gruplarına ait mikrosertlik testi sonuçlarına göre hem oklüzal hem de servikal bölgede, 10, 20, 40, 70 ve 90 µm'ye ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı demineralizasyon tesbit edilmiştir. Bu bulgu yüzeyden derine doğru gidildikçe demineralizasyonun azaldığını göstermektedir.

7. Yapılan grup içi mikrosertlik testi incelemelerinde, Transbond™ XT ve Clearfil™ Protect Bond oklüzal ve servikal bölgeler arasındaki ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p > 0,05$) tespit edilmemiştir. Oklüzal ve servikal bölgedeki ölçüm değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmamasının sebebi, deneyin in vitro olarak yapılması ve demineralizasyon – remineralizasyon solüsyonlarının her iki bölgeye de aynı oranda etkimesine bağlanabilir.

8. Yapılan mikrosertlik testi incelemelerinde Duraflor™ grubunun servikal 0, 100, 200 µm mikrosertlik ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik gözlenmiştir ($p=0,028$). Bunun nedeninin servikalden oklüzale doğru yapılan fırçalamanın meydana getirdiği mekanik abrazyon olduğu düşünülmektedir.

7.KAYNAKLAR

1. Artun J, Brobakken BO. Prevalence of carious white spot lesions after orthodontic treatment with multibonded appliances. *Eur J Orthod.* 8:229-34, 1986.
2. Ceen RF, Gwinnett AJ. Plaque patterns and crevicular fluid flow related to orthodontic bracket bonding. *J Prev Dent* 6:229-233, 1980.
3. Saloum SS, Sondhi S. Preventing enamel decalcification after orthodontic treatment. *J Am Dent Assoc* 115:257-261, 1987.
4. Valk JW, Davidson CL. The relevance of controlled fluoride release with bonded orthodontic appliances. *J Dent* 15:257-260,1987.
5. Gorton J, Featherstone JDB, In vivo inhibition of demineralization around orthodontic brackets, *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 123:10–14, 2003.
6. O'Reilly MM, Featherstone JDB, Demineralization and remineralization around orthodontic appliances an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 92:33-40, 1987.
7. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 81:93-8 1982.

8. Artun J, Thylstrup A. A 3-year clinical and SEM study of surface changes of carious enamel lesions after inactivation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 95:327-33 1989.
9. Gwinnett AJ, Ceen RF. Plaque distribution on bonded brackets. A scanning electron microscope study. *Am J Orthod.* 75:667-77 1979.
10. Ogaard B, Rolla G, Arends J, ten Cate JM. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part II. Prevention and treatment of lesions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 94:123-8 1988
11. Stratemann MW, Shannon IL. Control of decalcification in orthodontic patients by daily self-administrated application of a water-free 0.4 per cent stannous fluoride gel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 66:273-279 1974.
12. Zachrisson BU. Oral hygiene for orthodontic patients. Current concepts and practical advise. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 66:487-497, 1974.
13. Zachrisson BU, Brobakken BO. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 74:62-78. 1978.
14. Ogaard B, Rezk-Lega F, Ruben J, Arends J. Cariostatic effect and fluoride release from a visible light-curing adhesive for bonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 101:303-7, 1992.
15. Turner PJ. The clinical evaluation of a fluoride containing orthodontic bonding material. *Br J Orthod.* 20:307-313, 1993.
16. Zachrisson BU. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 71:173-189, 1977.
17. Newman GW. A posttreatment survey of direct bonding of metal brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 74:197-206, 1978.
18. Zachrisson BU, Heimgard E, Ruyter IE, Mjor IA. Problems with sealants for bracket bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 75:641-9, 1979.
19. Sonis AL, Snell W. An evaluation of a fluoride releasing visible light activated bonding system for orthodontic bracket placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 95:306-311, 1989.
20. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 34:849-853, 1955.
21. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments. Progress report. *Am J Orthod* 1965; 51: 901-12

22. Ten Cate JM, Featherstone JDB. Physicochemical aspects of fluoride enamel interactions. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA (eds). Fluoride in Dentistry (2nd ed.) Munksgaard, Copenhagen, pp. 252-69, 1996.
23. Willmot, DR. White lesions after orthodontic treatment: does low fluoride make a difference? Journal of Orthod. 31:235-42, 2004.
24. Silverstone M, Johnson NW, Hardie JM, Williams R. Dental caries. Aetiology, pathology and prevention. The Mac Millian Press Ltd, Hong Kong pp.71-97, 1981.
25. Newburn E. Cariology. (3rd ed.), Quintessence Publishing Co Inc, Chicago, Illinois, pp. 63-89, 197-231, 29-61, 1989.
26. Stephan RM. Intra-oral hydrogen-ion concentrations associated with dental caries activity. J Dent Res 23: 257-66, 1944.
27. Balensefien JW, Madonia JV. Study of dental plaque in orthodontic patients. J Dent Res 49: 320-4, 1970.
28. Nolte WA. Ağız mikrobiyolojisi. 2.Baskı. Çeviren: Prof. Dr. Özdem Arığ, Mosby Co , Saint Louis, s. 314-35, 1978.
29. Kidd EAM, Joystan-Bechal S. Essential of dental caries the disease and its management. Bristol: Wright pp. 1, 11, 13, 62-8, 120-42, 1987.
30. Krasse L, Jordan HV, Edvardsson S, Svensson I, Trell I. The occurrence of certain caries-inducing streptococci in human dental plaque material. Archs Oral Biol. 13: 911-8, 1968.
31. Holbrook WP, Beighton D. *Streptococcus mutans* levels in saliva and distribution of serotypes among 9-year-old Icelandic children. Scand J Dent Res. 95: 37-42, 1987.
32. Maltz M, Zickert I, Krasse B. Effect of Intensive treatment with chlorhexidine on the number of *Streptococcus mutans* in saliva. Scand J Dent Res. 89: 445-9, 1985.
33. Thylstrup A, Fejerskov O. Textbook of cariology. Munksgaard. Copenhagen. pp. 74-106, 1986.
34. Soet JJ, Nyvad B, Killian M, Graff J. Acid production by oral streptococci. Caries Res. 30 (Abst 64): 228, 1996.
35. Stralfors A. Investigations into the bacterial chemistry of dental plaques. Odontol Tidskr. 58: 153-341, 1950.

36. Darling AI. Studies of the early lesions of enamel caries. Br Dent J. 105:119-35, 1985.
37. Fehr FR, Løe H, Theilade E. Experimental caries in man. Caries Res. 4:131-48, 1970.
38. Mellberg JR, Ripa LW. Fluoride in preventive dentistry. Theory and clinical applications. Quintessence Publishing Co Inc, Chicago, pp.15-87, 1983.
39. Wisth PJ, Nord A. Caries experience in orthodontic treated individuals. Angle Orthod. 47:59-63, 1977.
40. Murray JJ, Nunn JH, Steele JG. The prevention of oral disease. Oxford: Oxford University Press, pp.79-95, 2003.
41. Artun J, Brobakken BO. Prevalance of carious white spots after orthodontic treatment with multibonded appliances. Eur J Orthod. 8:229-34, 1986.
42. Weitman RT, Eames WB. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. Am Dent Assoc. 91: 101- 1975.
43. Svanberg M, Ljunglöf S, Thilander B. *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguis* in plaque from orthodontic bands and brackets. Eur J Orthod. 6: 132-8, 1984.
44. Chatterjee R, Kleinberg I. Effect of orthodontic band placement on the chemical composition of human incisor tooth plaque. Arch Oral Biol. 100: 24-97, 1979.
45. Featherstone JDB. The science and practice of caries prevention. J Am Dent Assoc. 131:887-99, 2000.
46. Schwaninger B, Schwaninger NV. Developing an effective oral hygiene program for the orthodontic patient: review, rationale and recommendations. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 75:447-52, 1979.
47. Lundstrom F, Karasse B. Caries incidence in orthodontic patients with high levels of *Streptococcus mutans*. Eur J Orthod. 9:117-21, 1987.
48. Scheie AA, Arneberg P, Krogstad O. Effect of orthodontic treatment on prevalence of *Streptococcus mutans* in plaque and saliva. Scand J Dent Res. 92:211-7, 1984.
49. Rosenbloom RG, Titanoff N. Salivary *Streptococcus mutans* levels in patients before, during and after orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 100:35-7, 1991.

50. Beyth N, Redlich M, Harari D, Freidman M, Steinberg D. Effect of sustained-release chlorhexidine varnish on *Streptococcus mutans* and *Actinomyces viscosus* in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 123:345-8, 2003.
51. Sakamaki ST, Bahn AN. Effect of orthodontic banding on localized oral lactobacilli. *J Dent Res.* 47: 275-9, 1968.
52. Bloom RH, Brown LR. Study of the effects of orthodontic appliances on the oral microbial flora. *Oral Surg.* 17: 658-67, 1969.
53. Lehman R, Davidson C, Dujisters P. In vitro studies on susceptibility of enamel to caries attack after orthodontic bonding procedures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 110:590-7, 1996.
54. Pus MD, Way DC. Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 77:269-83, 1980.
55. Ogaard B. Prevalance of white spot lesions in 19 year olds. A study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 96:423-7, 1989.
56. Ingervall B. The influence of orthodontic appliances on caries frequency. *Odontolog. Revy.* 13: 175-90, 1962.
57. Zachrisson BU, Zachrisson S. Caries incidence and orthodontic treatment with fixed appliances. *Scand J Dent Res.* 79: 183-92, 1971.
58. Taylor GS, Kerr WJ, Buchanan IB. The general dental status of patients referred to the orthodontic department of the Glasgow Dental Hospital. *Community Dent Health.* 10: 381-7, 1993.
59. Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Grisold PG. The effect of a fluoride program on white spot formation during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 93:29-37, 1988.
60. Banks PA, Richmond S. Enamel sealants: a clinical evaluation of their value during fixed appliance therapy. *Eur J Orthod.* 16:19-25, 1994.
61. Lazzari PE. *Dental Biochemistry.* Lea and Febiger co, Philadelphia, 1968.
62. Paterson RC, Watts A, Saunders WP, Pitts NB. *Modern concepts in the diagnosis and treatment of fissure caries.* Quintessence Pub co, Chicago, 1989.

63. Edgar WM. Saliva: its secretion, composition and functions. *Br Dent J* 172: 305-312, 1992.
64. Lenz W. Medical genetics. The University of Chicago Press, Chicago, pp. 87-115, 1963
65. Millett DT, Nunn JH, Welbury RR, Gordon PH. Decalcification in relation to brackets bonded with glass ionomer cement or a resin adhesive. *Angle Orthod.* 69:65-70, 1999.
66. Stanley JT. Bergey's manual systematic bacteriology. Baltimore: Williams & Wilkins pp. 1055-62, 1989.
67. Rölla GA, Melsen N. On the mechanism of plaque inhibition by chlorhexidine. *J Dent Res* 67: 9-14, 1988.
68. Kahraman AI, Uysal T. Effectiveness of a hydrophilic primer when different antimicrobial agents are mixed. *Angle Orthod.* 74:414-19, 2004.
69. Othman HF, Wu CD, Evans CA, Drummond JL, Matasa CG. Evaluation of antimicrobial properties of orthodontic composite resins combined with benzalkonium chloride. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 122:288-94, 2002.
70. Madlena M, Vitalyos G, Marton S, Nagy G. Effect of chlorhexidine varnish on bacterial levels in plaque and saliva during orthodontic treatment. *J Clin Dent* 11(2): 42-6, 2000.
71. Imazato S, Kinomoto Y, Tarumi H, Ebisu S, Tay FR. Antibacterial activity and bonding characteristics of an adhesive resin containing antibacterial monomer MDPB. *Dental Materils* 19:313-319, 2003.
72. Ten Cate, JM. Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. *Acta Odontol Scand.* 57:325-9, 1999.
73. De Leeuw NH. Resisting the onset of hydroxyapatite dissolution through the incorporation of fluoride. *J Phys Chem*, 2003.
74. Heifetz SB, Mellberg JR, Winter SJ, Doyle J. In vivo fluoride uptake by enamel of teeth of human adults from various topical fluoride procedures. *Arch of Oral Biology.* 15:1171-1181, 1970.
75. Soyman M, Şirin Ş, Akıncı T. Determination of enamel fluoride concentration by mathematical calculations of demineralized tooth enamel. *Journal of Marmara University Dental Faculty*, 1:17-27, 1984.
76. Zero DT. Application of clinical models in remineralization research. *J Clinical Dent.* 10:74-85, 1999.

- 77.** Levine RS. The action of fluoride in caries prevention. *Br Dent J.* 140:9-14, 1976.
- 78.** Margolis HC, Moreno EC, Murphy BJ. Effect of low levels of fluoride in solution on enamel demineralization in vitro. *J Dent Res.* 65:23-9, 1986.
- 79.** Linton JL. Quantitative measurements of remineralization of incipient caries. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 110:590-7, 1996.
- 80.** Miller JR, Mancl L, Arbuckle G, Baldwin J, Phillips RW. A three year clinical trial using a glass ionomer cement for the bonding of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 66:309-312, 1996.
- 81.** Wefel JS. Effects of fluoride on caries development and progression using intraoral models. *Dent Res.* 69:626-33, 1990.
- 82.** Marinho VCCC, Higgins JPT, Sheiham A, Logan S. One topical fluoride (toothpastes, or mouthrinses, or gels, or varnishes) versus another for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Library*, Chichester, UK, John Wiley & Sons, Ltd, Issue 2, 2005.
- 83.** Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Benson J. Reducing white spot lesions in orthodontic populations with fluoride rinsing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 101:403-7, 1992.
- 84.** Hu W, Fetherstone JDB. Prevention of enamel demineralization: An in vitro study using light-cured filled sealant. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 128:592-600, 2005.
- 85.** Staudt CB, Lussi A, Jacquet J, Kiliaridis S. White spot lesions around brackets: in vitro detection by laser fluorescence. *Eur J Oral Sci* 112:237-243, 2004.
- 86.** Meng CL, Wang WN, Yen SI. Fluoridated etching on orthodontic bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112:259-262, 1997.
- 87.** Büyükyılmaz T, Tangugsorn V, Ogaard B, Arends J, Ruben J, Rolla G. The effect of TiF₄ application around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 105:293-6, 1994.
- 88.** Kindelan JD. In vitro measurement of enamel demineralization in the assessment of fluoride leaching orthodontic bonding agents. *Br J Orthod.* 23:343-349, 1996.

- 89.** Todd MA, Staley RN, Kanellis MJ, Donly KJ, Wefel JS. Effect of a fluoride varnish on demineralization adjacent to orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 116:159-67, 1999.
- 90.** Schmit JL, Staley RN, Wefel JS, Kanellis M, Jakobsen JR, Keenan PJ. Effect of fluoride varnish on demineralization adjacent to brackets bonded with RMGI cement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 122:125-34, 2002.
- 91.** Demito CF, Vivaldi-Rodrigues G, Ramos AL, Bowman SJ. The efficacy of a fluoride varnish in reducing enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets: an in vitro study. *Orthod Craniofacial Res.* 7:205-210, 2004.
- 92.** Sudjalim TR, Woods MG, Manton DJ, Reynolds EC. Prevention of demineralization around orthodontic brackets in vitro. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 131:705,e1-705,e9, 2007.
- 93.** Ogaard B, Duschner H, Ruben J, Arends J. Microradiography and confocal laser scanning microscopy applied to enamel lesions formed in vivo with and without fluoride varnish treatment. *Eur J Oral Sci.* 104:378-83, 1996.
- 94.** Wiltshire WA. Determination of fluoride from fluoride-releasing elastomeric ligature ties. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 110:383-7, 1996.
- 95.** Doherty UB, Benson PE, Higham SM. Fluoride-releasing elastomeric ligatures assessed with the in situ caries model. *Eur J Orthod.* 24:371-378, 2002.
- 96.** Valk JWP, Davidson CL. The relevance of controlled fluoride release with bonded orthodontic appliances. *J Dent.* 15:257-60, 1987.
- 97.** Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J.* 132:133-35, 1972.
- 98.** Hotz P, McLean JW, Sced I, Wilson AD. The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *Br Dent J.* 142:41-47, 1977.
- 99.** McLean JW, Wilson AD. The clinical development of glass ionomer cements formulations and properties. *Aust Dent J.* 22:31-36, 1977.
- 100.** Kvam E, Brosch J, Nissen-Meyer IH. Comparison between a zinc phosphate cement and a glass ionomer cement for cementation of orthodontic bands. *Eur J Orthod.* 5:307-313, 1983.
- 101.** Cook PA, Youngson CC. An in vitro study of the bond strength of a glass ionomer cement in the direct bonding of orthodontic brackets. *Br J Orthod.* 15:247-253, 1988.

- 102.** McSherry PF. An in vitro evaluation of the tensile and shear strengths of the tensile and shear strengths of four adhesives used in orthodontics. *Eur J Orthod.* 18:319-27, 1996.
- 103.** Mitchell L. Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances. An overview. *Br J Orthod.*19:199-205, 1992.
- 104.** Ortendahl TW, Thilander B. Use of glass ionomers for bracket bonding an in vitro study evaluating a testing device for in vivo purposes. *Eur J Orthod.* 20:201-8, 1998.
- 105.** Rezk-Lega F, Ogaard B. Tensile bond force of glass ionomer cements in direct bonding of orthodontic brackets. An in vitro comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 100:357-61, 1991.
- 106.** Trimpeneers LM, Verbeeck RMH, Dermaut LR, Moors MG. Comparative shear bond strength of some orthodontic bonding resins to enamel. *Eur J Orthod.* 18:89-95, 1996.
- 107.** Pascotto RC, de Lima Navarro MF, Filho LC, Cury JA. In vivo effect of a resin-modified glass ionomer cement on enamel demineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 125:36-41, 2004.
- 108.** Rosenstiel SF, Land MF, Crispin MJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent.* 80:280-301, 1998.
- 109.** Yap A, Lee CM. Water sorption and solubility of resin-modified polyalkenoate cements. *J Oral Rehabil.* 1997; 24: 310-4.
- 110.** Nicholson JW, McLean JW. A preliminary report on the effect of storage in water on the properties of commercial light-cured glass-ionomer cements. *Br Dent J.* 173:98-101, 1992.
- 111.** Mitra SB, Kedrowski BL. Long-term mechanical properties of glass ionomers. *Dent Mater.* 10:78-82, 1994.
- 112.** Kovarik RE, Muncy MV. Fracture toughness of resin-modified glass ionomers. *Am J Dent.* 8:145-8, 1995.
- 113.** Uno S, Finger WJ, Fritz U. Long-term mechanical characteristics of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dent Mater.* 12:64-9, 1996.
- 114.** Retief DH, Sadowsky PL. Clinical experience with the acid etch technique in orthodontics. *Am J Orthod.* 68:645-654, 1975.

- 115.** Zachrisson BU. Bonding in orthodontics. In: Graber TM, Vanarsdall RL (eds). Orthodontics current principles and techniques. (2nd ed.) Mosby, St.Louis, pp.542-626, 1994.
- 116.** Banks PA, Burn A, O'Brien K. A clinical evaluation of the effectiveness of including fluoride into an orthodontic bonding adhesive. Eur J Orthod. 19:391-395, 1997.
- 117.** Bishara SE, Swift EJ, Chan DC. Evaluation of fluoride release from an orthodontic bonding system. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 100:106-109, 1991.
- 118.** Chadwick SM, Gordon PH. An investigation into the fluoride release of a variety of orthodontic bonding agents. Br J Orthod. 1995;22:29-33.
- 119.** Fox NA. Fluoride release from orthodontic bonding materials. An in vitro study. Br J Orthod. 17:293-298, 1990.
- 120.** Ghani SHA, Creanar SL, Luffingham JK, Foye RH. The influence of fluoride releasing bonding composites in the development of artificial white spot lesions. An ex vivo study. Br J Orthod. 21:375-378, 1994.
- 121.** Mitchell L. An investigation in to the effect of a fluoride releasing adhesive on the prevalence of enamel surface changes associated with directly bonded orthodontic attachments. Br J Orthod. 19:207-214, 1992.
- 122.** Trimpeneers LM, Dermaut LR. A clinical evaluation of the effectiveness of a fluoride releasing visible light activated bonding system to reduce demineralization around orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 110:218-222, 1996.
- 123.** Underwood ML, Rawis HR, Zimmermann BF. Clinical evaluation of a fluoride exchanging resin as an orthodontic adhesive. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 96:93-9, 1989.
- 124.** Basdra EK, Huber H, Komposch G. Fluoride released from orthodontic bonding agents alters the enamel surface and inhibits enamel demineralization in vitro. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 109:466-472, 1996.
- 125.** Eliades G, Watts DC, Eliades T Dental Hard Tissues and Bonding: Interfacial phenomena and related properties, Springer, p.65, 2005.
- 126.** Zachrisson BU. Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment. Am J Orthod. 69:285-300, 1976.

- 127.** Tillery TJ, Hembree JH jr, Weber FN. Preventing enamel decalcification during orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 70:435-9, 1976.
- 128.** Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod.* 2:171-178, 1976.
- 129.** Ireland R, *Clinical Textbook of Dental Hygiene and Therapy*, Blackwell Professionell, p.89, 2006.
- 130.** Joseph VP, Rossouw RE, Basson NJ. Some 'sealants' seal-a scanning electron microscopy (SEM) investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 105:362-8, 1994.
- 131.** Ceen RF, Gwinnett AJ. Microscopic evaluation of the thickness of sealants used in oerthodontic bonding. *Am J Orthod.* 78:623-629, 1980.
- 132.** Frazier MC, Southard TE, Doster PM. Prevention of enamel demineralization during orthodontic treatment: An in vitro study using pit and fissure sealants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 110:459-65, 1996.
- 133.** Wenderoth CJ, Weinstein M, Borislow AJ. Effectiveness of a fluoride releasing sealant in reducing decalcification during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 116:629-34, 1999.
- 134.** McCann HG. Determination of fluoride in mineralized tissues using the fluoride ion electrode. *Archs Oral Biol.* 13:475-77, 1968.
- 135.** Chadwick SM, Gordon PH. An investigation to estimate the fluoride uptake adjacent to a fluoride-releasing bonding agent *Br J Orthod.* 22:113-122, 1995.
- 136.** Benedict HC. Notes on the fluorescence of teeth in ultraviolet rays. *Science* 67:422,1928. In Stookey GK, Jackson RD, Ferreira Zandona AG, Analoui M. Dental caries diagnosis. *Dent Clin North Am.* 43:665-77, 1999.
- 137.** Bjackhagen H, Sundstrom F, Angmar-Mansson B. Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible light. *Swed Dent.* 6:1-7, 1982.
- 138.** Stookey GK, Jackson RD, Ferreira Zandona AG, Analoui M. Dental caries diagnosis. *Dent Clin North Am.* 43:665-77, 1999.
- 139.** Josselin A, Jong E, Sundstrom F. A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries Res.* 29:2-7, 1995.

- 140.** Hafstrom- Bjorkman U, Sundstrom F, Josselin A. Comparison of laser fluorescence and longitudinal microradiography for quantitative assessment of in vitro enamel caries. *Caries Res.* 26:241-7, 1992.
- 141.** Hibst R, Gall R. Development of a diode laser-based fluorescent caries detector. *Caries Res.* 32:294, 1998.
- 142.** 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.* 33:261-266, 1999.
- 143.** Heinrich-Weltzien R, Kühnisch J, Oehme T, Ziehe A, Stösser L, Garcia-Godoy F. Comparison of different DIAGNOdent cut-off limits for in vivo detection of occlusal caries. *Oper Dent.* 28:672-80, 2003.
- 144.** Sanchez-Figueras A, Jr. Occlusal pit and fissure caries diagnosis: A problem no more. *Compend Educ Dent.* 24(suppl):3-11, 2003.
- 145.** Antonnen V, Seppa L, Hausen H. Clinical study of the use of the laser fluorescence device DIAGNOdent for detection of occlusal caries in children. *Caries Res.* 37:17-23, 2003.
- 146.** Bamzahim M, Shi X-Q, Angmar-Mansson B. Occlusal caries detection and quantification by DIAGNOdent and electronic caries monitor: in vitro comparison. *Acta Odontol Scand.* 60:360-4, 2002.
- 147.** Shi X-Q, Tranæus S, Angmar-Mansson B. Validation of DIAGNOdent for quantification of smooth-surface caries: an in vitro study. *Acta Odontol Scand.* 59:74-8, 2001.
- 148.** Pinelli C, Serra MC, Loffredo LCM. Validity and reproducibility of a laser fluorescence system for detecting the activity of white spot lesions on free smooth surfaces in vivo. *Caries Res.* 36:19-24, 2002.
- 149.** Schneiderman A, Elbaum M, Schultz T. Assessment of dental caries with DIFOTI: In vitro study. *Caries Res.* 31:103-10, 1997.
- 150.** Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res.* 1983 Oct;62(10):1076-81.
- 151.** Shapiro S, Meier A, Guggenheim B. The antimicrobial activity of essential oils and essential oil components towards oral bacteria. *Oral microbiology and Immunology* 9:202-8, 1994.

- 152.** Gillgrass TJ, Creanor SL, Foye RH, Millett DT. Varnish or polycrystalline coating for the prevention of demineralization? An ex vivo study. *Journal of Orthod.* 28:291-295, 2001.
- 153.** Corry A, Millett DT, Creanor SL, Foye RH, Gilmour WH. Effect of fluoride exposure on cariostatic potential of orthodontic bonding agents: an in vitro evaluation. *Journal of Orthod.* 30:323-329, 2003.
- 154.** Moura MS, de Melo Simplicio AH, Cury JA. In vivo effects of fluoridated antiplaque dentifrice and bonding material on enamel demineralization adjacent to orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 130:357-63, 2006.
- 155.** Strang R, Cummings A, Stephen KW, McMenemy P. Further abrasion resistance and bond strength studies of fissure sealants. *J Oral Rehabil.* 13:257-62, 1986.
- 156.** Bulut H, Türkün M, Türkün LS, İşiksal E. Evaluation of the shear bond strength of 3 curing bracket bonding systems combined with an antibacterial adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Jul;132(1):77-83.
- 157.** Bishara SE, Oonsombat C, Soliman M, Warren J. Effects of using a new protective sealant on the bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 75:243-246, 2005.
- 158.** Paschos E, Okuka S, Illie N, Huth KC, Hickel R, Rudzki-Janson I. Investigation of shear-peel bond strength of orthodontic brackets on enamel after using ProSeal™. *J Orofac Orthop.* 67:196-206, 2006.
- 159.** Sayınsu K, İşık F, Sezen S, Aydemir B. New protective polish effects on shear bond strength of brackets. *Angle Orthod.* 76:306-309, 2006.
- 160.** Underwood ML, Rawis HR, Zimmerman BF. Clinical evaluation of a fluoride-exchanging resin as an orthodontic adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 96:93-9, 1989.
- 161.** Featherstone JDB, Ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res.* 17:382-91, 1983.
- 162.** Grobler SR, Du Toit IJ, Basson NJ. The effect of honey on human tooth enamel in vitro observed by electron microscopy and microhardness measurements. *Arch Oral Biol.* 39:147-153, 1994.

- 163.** Herkströter FM, Witjes M, Ruben J, Arends J. Time dependency of microhardness indentations in human and bovine dentine compared with human enamel. *Caries Res.* 23:342-344, 1989.
- 164.** Nakajima E. Effect of fluoride on rehardening of artificially softened bovine enamel. *Bull of Kanagawa Dent Col.* 21:16-24, 1993.
- 165.** Zero DT, Rahbek I, FuJ, Proskin HM, Featherstone JDB. Comparison of the iodide permeability test, the surface microhardness test and mineral dissolution of bovine enamel following acid challenge. *Caries Res.* 24:181-188, 1990.
- 166.** Kelly MP, Smith BGN. The effect of remineralizing solutions on tooth wear in vitro. *J Dent.* 16:147-149, 1988.
- 167.** Phillips RW, Swartz ML. Effect of fluorides on hardness of tooth enamel. *JADA* 37:1-13, 1948.
- 168.** Salar DV, Garcia-Godoy F, Flaitz CM, Hicks MJ. Potential inhibition of demineralization in vitro by fluoride-releasing sealants. *J Am Dent Assoc.* 138:502-6, 2007.
- 169.** Arhun N, Arman A, Cehreli SB, Arikan S, Karabulut E, Gülşahi K. Microleakage beneath ceramic and metal brackets bonded with a conventional and an antibacterial adhesive system. *Angle Orthod.* 2006 Nov;76(6):1028-34.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Adana'da doğdu. İlk öğrenimini Kilis Cumhuriyet İlkokulu'nda, orta öğrenimini Erzurum Anadolu Lisesi'nde, lise öğrenimini Zonguldak Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 1997 yılında Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesine girdi ve 2002 yılında aynı fakülteden mezun oldu. 2003 yılında, Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalında doktora programına başladı.