



**T.C.
YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI ve TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI MATERYALLERİN BAŞLANGIÇ
EVRESİNDEKİ MİNE LEZYONLARININ YENİDEN
SERTLEŞMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dt. YAPRAK ÇALLI

**DANIŞMAN
Prof. Dr. MÜBİN SOYMAN**

İSTANBUL 2011

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, başlangıç evresindeki mine lezyonlarına uygulanan değişik materyallerin, demineralizasyon ve remineralizasyon siklusu sonrası yeniden sertleşmedeki etkilerinin in vitro olarak incelenmesidir.

Araştırmada, kırık ve çatlak içermeyen 28 adet sığır dişinden 56 adet mine örneği elde edilmiş ve dişler, her grupta 8'er örnek olmak üzere 7 gruba ayrılmıştır. Başlangıç mikrosertlik değerleri ölçülen tüm örneklerle, kliniği taklit edecek şekilde sitrik asit uygulanmış ve yüzeylerde, aktif mine erozyonu oluşturulmuştur. Asitleme sonrası, ilk gruba hiçbir materyal uygulanmayarak kontrol grubu oluşturulmuştur. Grup 2'ye rezin bonding materyali olan Clearfil SE Bond, grup 3 ve 4'e sırasıyla fissür örtücü materyalleri olan Fissurit FX ve Helioseal F, grup 5, 6 ve 7'ye Icon-etch ile asitleme süreleri sırasıyla 60, 90 ve 120 sn. olan rezin infiltranı Icon® uygulanmıştır. Tüm gruplar, 1 hafta süreyle demineralizasyon ve remineralizasyon siklusuna tabi tutulmuştur. Örneklerle, her gün, 15 saat içerisinde 5 kez 5'er dakika demineralizasyon çözeltisi uygulanmış, kalan 9 saat içerisinde örnekler, sürekli remineralizasyon çözeltisinde bekletilmiştir. Demineralizasyon ve remineralizasyon siklusu sonunda, mine yüzeyleri kesit mikrosertlik testi ile incelenmiştir. Mikrosertlik testi, Vickers ucu bulunan mikrosertlik test cihazıyla yapılmış, her bir kesit üzerinde 20, 30, 50, 70 ve 90 µm olmak üzere 5 farklı derinlikte izler elde edilmiştir. Her derinlikte 3 ayrı ölçüm yapılmış ve örneklerin mikrosertlik değerleri, bu ölçümlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Sonuçların istatistiksel analizleri, "one way ANOVA" ve post hoc "Tukey" testi ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın sonucunda, bütün örneklerin başlangıç mikrosertlik değerleri ortalamalarıyla 20 µm, 30 µm, 50 µm, 70 µm ve 90 µm derinliklerdeki mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. 20 µm, 30 µm ve 50 µm'de, Clearfil SE Bond grubunun mikrosertlik değeri ortalaması, kontrol grubu ile istatistiksel olarak anlamlı fark gösterememiş ve

Clearfil SE Bond'un, başlangıç evresindeki mine lezyonlarına uygulandığında yeniden sertleşmede etkin olamadığı görülmüştür. Grupların BMSD (başlangıç mikrosertlik değerleri) ve 90 µm'deki ortalama mikrosertlik değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, Icon materyali, bu derinlikte yeniden sertleşmede yeterli olamamıştır. Icon-etch'in farklı uygulama süreleriyle oluşturulmuş grupların mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Mine erozyonu, demineralizasyon, remineralizasyon, mikrosertlik

ABSTRACT

The aim of this in vitro study is to evaluate the rehardening of the incipient enamel lesions by the application of the different materials, after the demineralization and remineralization cycle.

In this study, 56 samples from 28 caries-free bovine teeth were obtained and teeth were allocated into 7 groups containing 8 samples for each. After the analysis of the initial microhardness values of all samples, citric acid was applied on the enamel surfaces forming active enamel erosion lesions to exhibit the clinical conditions. After the etching, no material was applied on the samples in the control group. Clearfil SE Bond as a resin bonding material was applied to the group 2 whereas Fissurit FX and Helioseal F as fissur sealants to the groups, of 3 and 4, Icon[®] as a resin infiltrant with different etching times of 60, 90 and 120 seconds with Icon-etch to the groups of 5, 6 and 7 respectively. All the samples were cycled for 1 week through a daily procedure of the demineralization for 5*5 minutes in 15 hours and the continuous remineralization for the remaining 9 hours. After this cycle, the teeth were sectioned and evaluated quantitatively by cross-sectional microhardness testing. Each sample was assessed by a microhardness tester with a Vickers diamond. Indentations were made on 5 depths of 20, 30, 50, 70 and 90 μm on each sample. 3 different indentations were made for each depth and the microhardness values of the samples were indicated as the mean of these values.

The statistical analysis of the results were calculated by “one way ANOVA” and post hoc “Tukey” tests.

In conclusion, significant changes between initial microhardness values and the values of all samples at 20 μm , 30 μm , 50 μm , 70 μm and 90 μm were observed. The microhardness values of group 2 (Clearfil SE Bond) did not show significant differences with values of the control group at the depth of 20 μm , 30 μm and 50 μm . Clearfil SE Bond was found to be unsuccessful for the rehardening of the incipient enamel lesions. There was no statistical meaning

for the difference between the initial microhardness values and the mean microhardness values of samples at 90 μm indicating that Icon was insufficient for the rehardening at this depth. There was also no statistical meaning for the change between the groups of the different application times of Icon-etch at any depth.

Keywords: Enamel erosion, demineralization, remineralization, microhardness

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince sunmuş olduğu olanaklar ve desteği için Yeditepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dekanı Sayın **Prof. Dr. Türker SANDALLI**'ya,

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana her konuda yardımcı olan, tezimin oluşturulması ve okunmasında büyük emekleri geçen Sayın **Prof. Dr. Mübin SOYMAN**'a,

Mesleki hayatımın en önemli karar anlarında, her zaman benim yanımda olan ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, samimiyeti ve içtenliğini her daim hissettiren Sayın **Doç. Dr. Arzu AYKOR**'a,

Yüksek lisans eğitimim süresince klinik tecrübelerini benimle paylaşan Sayın **Doç. Dr. Esra CAN SAY**, Sayın Yrd. **Doç. Dr. Kağan GÖKÇE**, Yrd. **Doç. Dr. Mustafa ERSOY**, Yrd. **Doç. Dr. Haktan YURDAGÜVEN**, **Dr. Burcu DİKİCİ** ve **Dr. Mahmut KUŞDEMİR**'e,

Tezimin istatistik çalışmalarını üstlenen ve bütün içtenliğiyle bana yardımcı olan Sayın **Araş. Gör. Çiğdem KASPAR**'a,

2 senelik yüksek lisans öğrenciliğim süresince her şeyimi paylaştığım canım arkadaşlarım **Dt. Eser ESENER**, **Dt. Burak SAYDAM**, **Dt. Canan KABADAYI** ve diğer çalışma arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca, her anımda yanımda olup beni destekleyen, sevgisi ve emekleriyle beni bu günlere getiren canım annem **Sibel ÇALLI**, canım babam **Ahmet ÇALLI**, varlığıyla bana güç veren canım kardeşim **Can ÇALLI** ve dostluğunu ve sevgisini her daim benimle paylaşan **Hayrettin USTABAŞI**'na,

sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK.....	I
ÖZET.....	II
ABSTRACT.....	IV
TEŞEKKÜR.....	VI
İÇİNDEKİLER.....	VII
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	IX
RESİM LİSTESİ.....	X
TABLO LİSTESİ.....	XI
ŞEKİL LİSTESİ.....	XIII
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Minenin Yapısı.....	3
2.2. Başlangıç Evresindeki Mine Çürüğünün Oluşumu.....	4
2.3. Başlangıç Evresindeki Mine Çürüğünün Histolojik Yapısı.....	5
2.4. White-spot Lezyonları.....	6
2.5. Diş Çürüğü Oluşumunu Önleyici Mekanizmalar.....	8
2.5.1. Rezin İnfiltrasyonu.....	9
2.5.2. Bonding Sistemleri.....	10
2.5.3. Fissür Örtücüler.....	11
2.6. Mine Erozyonu.....	12
2.7. Mikrosertlik Ölçümü.....	14
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	16
3.1. Gereç.....	16

3.1.1. Bonding Materyali.....	16
3.1.2. Fissür Örtücüler.....	17
3.1.3. Rezin İnfiltranı.....	19
3.1.4. Çözeltiler.....	20
3.1.5. Işın Cihazı.....	21
3.1.6. Mikrotom Cihazı.....	21
3.1.7. Cilalama Aygıtı.....	22
3.1.8. Mikrosertlik Ölçüm Cihazı.....	23
3.1.9. Araştırmamızda Kullanılan Dişler.....	23
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Örneklerin Zımparalanması ve Cilalanması.....	25
3.2.2. Başlangıç Mikrosertlik Ölçümleri.....	25
3.2.3. Sitrik Asit Uygulaması.....	27
3.2.4. Deney Gruplarının Hazırlanması.....	27
3.2.5. Demineralizasyon-Remineralizasyon Siklusu.....	29
3.2.6. Enine Kesit Mikrosertlik Ölçümü.....	29
3.2.7. İstatistiksel Değerlendirme.....	31
4. BULGULAR.....	32
5. TARTIŞMA.....	52
6. SONUÇLAR.....	62
7. KAYNAKLAR.....	63
8. ÖZGEÇMİŞ.....	73

KISALTMALAR ve SİMGELER

1. μm : mikrometre
2. $<$: 'den küçüktür
3. $>$: 'den büyüktür
4. % : yüzde
5. gr : gram
6. sn : saniye
7. nm :nanometre
8. dak :dakika
9. BMSD: başlangıç mikrosertlik değeri
10. MSD: mikrosertlik değeri

RESİM LİSTESİ

Resim 2.1. White-spot Lezyonları

Resim 3.1. Dental Adeziv Clearfil™ SE Bond Seti

Resim 3.2. Fissür örtücü Fissurit FX

Resim 3.3. Fissür örtücü Helioseal F

Resim 3.4. Rezin İnfiltranı Icon® Seti

Resim 3.5. Demineralizasyon, Remineralizasyon ve Sitrik Asit Çözeltileri

Resim 3.6. Optilux 501 Işın Cihazı

Resim 3.7. Buehler® Mikrotom Cihazı

Resim 3.8. Buehler® Phoenix Beta Cilalama Aygıtı

Resim 3.9. Buehler® Micromet 5114 Mikrosertlik Ölçüm Cihazı

Resim 3.10. Metal halka içerisine akrilikle gömülen mine örneği

Resim 3.11. Başlangıç mikrosertlik ölçümü yapılan mine örneği

Resim 3.12. Akrilik içerisine gömülmüş kesit örneği

Resim 3.13. Mine kesidi üzerinde mikrosertlik ölçümü yapılacak alan

örneği

Resim 3.14. Mikrosertlik ölçümlerinin yapıldığı derinlikler

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1. Araştırmalarda kullanılan demineralizasyon çözeltileri, pH ve uygulama süreleri

Tablo 3.1. Araştırmanın genel şeması

Tablo 4.1. Kontrol grubu ve deney gruplarındaki örneklerin BMSD (Vickers) ortalamaları ve standart sapmaları

Tablo 4.2. Örneklerin 20 μm , 30 μm , 50 μm , 70 μm ve 90 μm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri (Vickers) ve standart sapmaları

Tablo 4.3. Kontrol grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 μm , 30 μm , 50 μm , 70 μm ve 90 μm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri (Vickers) farkları

Tablo 4.4 Clearfil SE Bond grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 μm , 30 μm , 50 μm , 70 μm ve 90 μm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları

Tablo 4.5. Fissurit FX grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 μm , 30 μm , 50 μm , 70 μm ve 90 μm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları

Tablo 4.6. Helioseal F grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 μm , 30 μm , 50 μm , 70 μm ve 90 μm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları

Tablo 4.7. Icon(60) grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 μm , 30 μm , 50 μm , 70 μm ve 90 μm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları

Tablo 4.8. Icon(90) grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 μm , 30 μm , 50 μm , 70 μm ve 90 μm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları

Tablo 4.9. Icon(120) grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 μm , 30 μm , 50 μm , 70 μm ve 90 μm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları

Tablo 4.10. Başlangıç mikrosertlik değerleri (Vickers) ile 20 μm , 30 μm , 50 μm , 70 μm ve 90 μm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri arasındaki farkların istatistiksel analizi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1. Kontrol grubu ve deney gruplarındaki örneklerin ortalama BMSD (Vickers) ve standart sapmaları

Şekil 4.2. Grupların BMSD, farklı derinliklerdeki mikrosertlik değerleri

Şekil 4.3. 20 µm derinlikte grupların ortalama mikrosertlik değerleri

Şekil 4.4. 30 µm derinlikte grupların ortalama mikrosertlik değerleri

Şekil 4.5. 50 µm derinlikte grupların ortalama mikrosertlik değerleri

Şekil 4.6. 70 µm derinlikte grupların ortalama mikrosertlik değerleri

Şekil 4.7. 90 µm derinlikte grupların ortalama mikrosertlik değerleri

Şekil 4.8. Grupların BMSD ile 20 µm derinlikteki mikrosertlik değerleri farkları

Şekil 4.9. Grupların BMSD ile 30 µm derinlikteki mikrosertlik değerleri farkları

Şekil 4.10. Grupların BMSD ile 50 µm derinlikteki mikrosertlik değerleri farkları

Şekil 4.11. Grupların BMSD ile 70 µm derinlikteki mikrosertlik değerleri farkları

Şekil 4.12. Grupların BMSD ile 90 µm derinlikteki mikrosertlik değerleri farkları

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Son 20 senede, birçok ülkede, çocuklardaki diş çürüğü dağılımı ciddi şekilde azalma göstermiştir. Buna rağmen, çürük oluşumu, yetişkinler ve çocuklar için halen büyük bir sorun oluşturmaktadır. Günümüzde, yeni önleyici ve tedavi edici yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (1).

Başlangıç evresindeki mine çürüklerinde, lezyon gövdesindeki mineral kaybı çok fazla olduğu halde mine yüzeyi değişmeden kalabilmektedir (2). Bu alanlar, klinik olarak mine yüzeyinde, beyaz renkli, yaygın lezyonlar olarak tanınmakta ve "white-spot" olarak adlandırılmaktadırlar (3). White-spot lezyonları, daha çok ortodontik braketler çevresinde plak birikimi olan alanlarda görülmektedir. Diş çürüğü, demineralizasyon durdurulamadığı zaman, sağlam mine yüzeylerinde ilerlemektedir (4). Klinik şartlarda, kavite oluşumu sonrası bu bölgelerde remineralizasyon sağlanması mümkün değildir (5).

Aproksimal ve düz yüzeylerde oluşan başlangıç evresindeki mine lezyonlarının tedavisinde florür kullanımı önerilmektedir. Düz yüzeylerdeki lezyonlarda, iyi ağız bakımı ve sık florür uygulamalarıyla remineralizasyon sağlanabilmektedir. Aproksimal yüzeylerde ise dental plak çok az hasta tarafından tamamen uzaklaştırılabildiği için white-spot lezyonları genellikle ilerlemektedir (6).

Başlangıç evresindeki lezyonların yüzeysel olarak örtülmesi, mine çürüğünün ilerlemesini önlemektedir (7). Yapılan bir çalışmada, 2 yıl sonunda örtülü lezyonların %77'sinde ilerleme görülmemiştir (8).

Başlangıç evresindeki mine lezyonlarının ilerlemesinin önlenmesinde kullanılan diğer bir yöntem ise düşük vizkoziteli ışıkla sertleşen rezinlerin infiltrasyonudur. Bu tedavi yöntemi, lezyon gövdesinde, asit ve çözülmüş mineraller için difüzyon yolu olan porların kapatılmasını amaçlamaktadır. Porların doldurulması ve kapatılması, lezyonun ilerlemesini önlemekte ve mine

yapısını güçlendirerek kavite oluşumunu engellemektedir (3). Çalışmamızda kullanılan "Icon®", rezin infiltrasyonu iddiasıyla üretilmiş düşük vizkoziteli ışıkla sertleşen bir rezin materyalidir.

Araştırmamızda, kliniği taklit edecek şekilde, sitrik asit ile oluşturulan aktif mine erozyonunda, rezin infiltrasyonu yönteminde kullanılan Icon®, rezin bonding materyali olan Clearfil SE Bond, fissür örtücü materyalleri olan Fissurit FX ve Heliocall F'in demineralizasyon ve remineralizasyon siklusu sonrası yeniden sertleşmedeki etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Diş çürüğü, mine, dentin veya sementin mineral yapısının zamanla çözünmesi sonucu oluşur. Diş çürüğü oluşumunu başlatan 4 etken vardır, bunlar: Karbonhidrat tüketimi, karyojenik plağın varlığı, konak faktör ve zamandır. (9) Çürük, en erken evresinde, diş yüzeyinde beyaz renkli bir demineralizasyon alanı olarak görülebilir haldedir. Bu süreç geri dönüşümü olan bir evredir. Demineralizasyon devam ettiği sürece, diş yüzeyi giderek kendi doğal formunu kaybeder ve bir kavite meydana gelir (10). Aproksimal ve bukkal yüzeylerde oluşan başlangıç evresindeki lezyonların rezinlerle örtülmesi veya bu lezyonlara rezin infiltrasyonu tekniğinin uygulanması demineralizasyonun devam etmesini önler (11). Günümüzde, bu amaçla kullanılan adezivlerin penetrasyon derinlikleri, demineralizasyon sonrası mikrosertlik değerleri hakkında birçok araştırma yapılmaktadır. Bu araştırmalar doğrultusunda, mineye penetrasyonu en fazla olan ve demineralizasyon sonrası uygulamada sağlam mine dokusunun mikrosertlik değerine en yakın sonucu veren adezivler, klinik ortamda tercih edilmektedir.

2.1. Minenin Yapısı:

Mine dokusu, epitel hücrelerinin salgılama ve rezorpsiyon faaliyetleriyle oluşmuş yüksek derecede mineralize olmuş hücresiz bir dokudur. Mine dokusu, ağırlıkça %96 inorganik yapı (kalsiyum fosfat kristalleri, kalsiyum karbonat, magnezyum, potasyum, sodyum, florür), %1 organik yapı ve %3 sudan oluşur. Kollajen içermeyen mine, tek bir kristal yapıya sahiptir. Mine kristalleri, hidroksiapatitler, az miktarda mineral (florapatit ve karbonatapatit) ve elementten meydana gelmiştir. Bu ilave kristal yapıların prizmalar içerisindeki dizilimi, mine dokusunu asit ataklarına karşı daha hassas veya dirençli hale getirebilir (12).

Su ve matriks proteinleri her bir kristalin çevresinde bir kabuk oluşturur. Kristallerin simetrik dizilimleri, mine dokusunun ana ögesi olan prizmaları

meydana getirir (13). Mine kristalinin ilk çekirdeği karbonatapatit olarak oluşur ve kristalin gelişimi devam ettiği sürece, çekirdek karbonatapatitten zengin hale gelir. Karbonatapatit, asit demineralizasyonuna karşı hidroksiapatit ve florapatite göre daha hassas olduğu için asitle temas halinde, mine kristalleri içeriden dışarıya doğru çözülmeye başlar (12).

Su, kristaller arası alanlarda ve minenin dış yüzeyine açılan mikropor ağlarının içerisinde bulunur. Çeşitli sıvılar, iyonlar ve düşük molekül ağırlıklı maddeler yarı-geçirgen özellikteki mineden difüzyon yoluyla geçebilir. Bu yüzden, asit demineralizasyonu, çürük oluşumu, remineralizasyon ve florür alımı minede üç boyutlu olarak gerçekleşir (13).

2.2. Başlangıç Evresindeki Mine Çürüğünün Oluşumu:

Diş çürüğü, bakteri yan ürünlerinin mine, dentin ve semente difüzyon yoluyla ulaşması ve bu sert dokulardaki mineralleri çözmesiyle oluşur (14). Diş yüzeyleri, sürekli demineralizasyon ve remineralizasyona uğrar (9). Dişler üzerinde biyofilm tabakasının oluşumu, asidojenik ve karyojenik bakterilerin üremesine neden olur, tükürük pH'sı zamanla düşer (15, 16, 17). Plak ve tükürüğün tamponlama kapasitesi, bakteri asitlerini bir noktaya kadar nötralize edebilir (9). Gün içinde sürekli karbonhidrat ve asitli içecekler tüketimi sonucu, düşük pH ortamı devam eder ve bu süreç içerisinde asit üreten oral patojenik bakteri sayısında bir artış gözlenir (15, 18, 19, 20, 21). Asidik ortam, kritik pH (5.5)'nin altına düştüğünde, mine prizmalarındaki hidroksiapatit kristallerinin çözünmesiyle demineralizasyon başlar ve nötral pH sağlanana kadar devam eder. Mikrobiyal dental plağın tutucu yüzeylerden uzaklaştırılmaması, karbonhidrat ağırlıklı beslenmeye devam edilmesi, tükürük içeriği ve akış hızı ve ortamdaki florür miktarı, demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki dengeyi bozar, demineralizasyona doğru bir eğim görülür (9). Başlangıç evresindeki mine çürüklerinde, çözünmeyle 2-50 µm kalınlığında bir yüzey tabakası kalırken, mineral kaybı %30 ila %50 arasındadır (22). Bunun sonucunda, ilk demineralizasyon klinik olarak sağlam yüzeyde beyaz lekeler halinde saptanabilir. Demineralizasyonun durdurulamadığı durumlarda, sağlam

mine yüzeyi çöker ve kavite meydana gelir (9). Fazla mineral kaybının görüldüğü bu gibi durumlarda, tükürüğün tamponlama kapasitesi yetersiz kalır ve mine dokusu yerine konamaz, plak birikimi devam eder. Radyografilerde görülen küçük radyolusentliklerin yavaşça ilerlemesinin nedeni de budur (23). Çürük, minede ilerlerken mine-dentin sınırına doğru ilerleyen kon şeklinde bir lezyon oluşur. Bu lezyon mine-dentin sınırında, laterale doğru yayılır (9).

2.3. Başlangıç Evresindeki Mine Çürüğünün Histolojik

Yapısı:

Başlangıç evresindeki mine çürükleri, yüzey altı lezyonu olarak gelişmeye başlar (9) ve sınırları belirgin 4 farklı histolojik alandan meydana gelir:

Lezyonun ilerlediği bölgede, “saydam tabaka” ve “lezyon gövdesi” olmak üzere iki demineralizasyon alanı gözlenir (24). Demineralizasyon, prizma merkezlerinden başlar (25) ve interprizmatik alanlarda %50'ye varan mineral kaybıyla sonuçlanabilir (26). Remineralizasyon sırasında ise “karanlık alan” ve “yüzeyel tabaka” olmak üzere iki bölge gözlenir. (24)

En derin bölge “saydam tabaka”dır. Mine lezyonunun ilerleyen yönünü gösterir. Adını polarize ışıkla bakıldığında görülen yapısız görünümünden alır. Bu alanda, mine prizması sınırında çürük oluşumu sırasında hidrojen iyonunun giriciliği sayesinde porlar oluşur. Bu porlar, mineyle aynı kırıcılık indeksine sahip quinolin solüsyonuyla dolduğunda hatlar kaybolur. Mine çürüklerinde, bu alandaki por hacmi %1'dir ve normal mineden 10 kat daha fazladır (27).

“Karanlık alan”, “transludent alan”ın üzerinde yer alır. Bu alan, quinolini emecek büyüklükte olmayan porlardan oluştuğu için polarize ışığı geçirmemektedir. Havayla dolu olan porlar, karanlık alanın opak görülmesine neden olur. Toplam por hacmi %2-4'tür. Remineralizasyon miktarı, bu alanın büyüklüğüyle tespit edilir (27).

Lezyon gövdesi, en fazla por hacmine sahip bölgedir (%5-25). Retzius çizgileri, lezyon gövdesinde minerallerin çözünmesine bağlı olarak belirgindir. Porların hacmi yeterli büyüklükte olursa bu alanda bakteri görülebilir (27).

Çürük atağından en az etkilenen bölge “yüzeysel tabaka”dır. Bu alandaki por hacmi %5’ten azdır. Bu alanın radyoopazitesi etkilenmemiş mineninkinden azdır (27).

2.4. White-spot Lezyonları:

White-spot terimi, Fejerskov ve ark. (2003) tarafından “mine yüzeyinde çürüğün çıplak gözle görülebilen ilk belirtisi” olarak tanımlanmıştır (28). Ağız ortamına bağlı, bu lezyonların bir kısmı kaviteye dönüşür, bir kısmı uzun bir süre aynı kalır veya belli bir süre sonunda iyileşir (29, 30). Bu lezyonlar, daha çok plak birikiminin fazla olduğu ortodontik braketlerin çevrelerinde ve yeterli ağız bakımının sağlanamadığı durumlarda, interproksimal alanlarda görülür. Profilaktik bir tedavi planı uygulanmadığında, sabit ortodontik tedavi uygulanan hastaların %50’sinde white-spot oluşumu görülmüştür (4, 31). Bunun nedeni, bakteri plağı birikiminin ve tutunmasının artmasıdır. Tedavi sırasında, ağız bakımı sağlanamamakta ve braketler çevresindeki plağın tükürük ve yanaklar tarafından uzaklaştırılması zorlaşmaktadır (32). White-spot lezyonları, sabit ortodontik apareyler takıldıktan sonra 1 ay içerisinde gözle görülür hale gelebilir (33).

White-spotlar, sabit apareylerin sökümünden sonra ağız hijyeninin düzelmesi ile eski haline dönememektedir. Mattoush ve ark.’nın (2007) yaptığı çalışmada, 370 lezyonun sadece 10 tanesi 2 yıl sonra remineralize olmuş, diğerleri aynı kalmıştır. Apareyler çıkarıldıktan sonra mineralizasyondaki en büyük değişiklikler ilk 6 ay içinde görülmüştür. 6 ay geçtikten sonra halen görülebilir olan white-spotlar, ileriki dönemde aynı kalmıştır. Lezyonların 2/5’i az da olsa iyileşme göstermiş, çoğunluğu aynı kalmış, %15’i 2 yıl içerisinde daha kötüye gitmiştir (30). Sabit ortodontik tedavi sırasında florür kullanımı, white-spot oluşumunu azaltmıştır. (34) Bu yüzden, white-spotların oluşumunu

engellemek, oluştuktan sonra remineralize etmeye çalışmaktan daha etkili bir yöntemdir (30).

Ortodontik tedavi sırasında çürük önleyici yöntemlerin kullanılması, white-spotların görülme oranı ve şiddetini azaltmasına rağmen bu lezyonların oluşmaması için yeterli değildir (Resim 2.1) (35, 36, 37, 38, 39).



Resim 2.1: White-spot Lezyonları

Etyolojik faktörün ortadan kaldırılması, diş fırçalamanın abrasiv etkisi ve remineralizasyon ile ortodontik tedavi sonrası 1. ve 2. yıllarda, white-spot lezyonları azalmıştır. Yalnız demineralizasyon alanları 5 yıla kadar estetik açıdan problem oluşturmuştur (29, 30). Shungin ve ark.'nın (2009) yaptığı çalışmada, 12 yıllık takip sonunda, white-spot lezyonlarının tedavi öncesindeki seviyeye geri dönemediği görülmüştür. 2 ve 12 yıllık takipler arasında da anlamlı bir fark bulunamamıştır (39).

Estetik yönden en önemli bölge, üst kesiciler bölgesidir ve bu bölgede white-spot oluşma sıklığı en fazladır (31). Aynı zamanda, tükürük tarafından daha az yıkanabildiği için plak pH'sı (yaklaşık 4) daha düşüktür. Düşük pH'ya bağlı olarak florür depoları daha çabuk tükenir (40). Bununla beraber sabit

ortodontik aygıtlardaki plak birikimi, dişeti dokusunda inflamasyonu artırır (35). Günümüzde, sabit ortodontik tedavi sırasında dişlerin dudak ve yanak yüzeylerinde oluşan lezyonların tam olarak remineralize edilebildiği veya minenin demineralizasyondan önceki haline dönebildiği bir klinik yöntem henüz geliştirilememiştir (41).

Arayüz çürükleri ise yüksek çürük risk grubu hastalarda genel bir problemdir. 21 yaşındaki hasta gruplarının %50'sinde, 7 yaşındaki hasta gruplarının %25'inde çürüklü veya restore edilmiş arayüz kavitelere rastlanmaktadır (42).

2.5. Diş Çürüğü Oluşumunu Önleyici Mekanizmalar:

Remineralizasyon, başlangıç evresindeki mine çürüğü lezyonlarının kaybettikleri iyonları geri alarak yapısal bütünlüğün yeniden sağlanması olarak tanımlanır (43). Tükürük, çürük oluşumunun engellemesinde rol oynayan en önemli yapıdır. Tükürük içerik olarak organik yapı, inorganik yapı ve sudan oluşan bir bileşiktir. Organik yapıda %0.1 ila %0.2 oranında protein, eser miktarlarda lipit ve karbonhidrat bulunur. İnorganik yapıyı ise elektrolit halinde moleküller oluşturur. Diş yapısının temelini oluşturan kalsiyum ve inorganik fosfat, tükürüğün yapısında bulunan bikarbonat ve fosfat, tampon sistemleri olarak pH'nın dengelenmesinde rol oynar ve dişleri asit ataklarına karşı korurlar (44). Tükürüğün kalsiyum ve fosfat iyonlarına aşırı doymuş olması, minerallerin diş sert dokusuna geri bağlanması için itici bir kuvvet oluşturur. Kısmen çözülmüş kristaller, remineralizasyonun sağlanmasında bir çekirdek görevi yaparken florür de kalsiyum iyonlarının yüzeye adsorbe olmasında etkili olur. Bundan dolayı, florür, remineralizasyon hızını artırır (43).

Çürük oluşumunun önlenmesi için bazı yöntemler vardır, bunlar: Düzenli ağız bakımı, dental adeziv ve pit ve fissür örtücüler gibi düşük vizkoziteli ışıkla sertleşen rezinler, yavaş salınımlı florür uygulamaları, klorheksidin gargaraları ve jelleri, ozon terapi ve probiyotiklerle karyojenik mikroorganizmaların azaltılması, lazer uygulamalarıyla demineralizasyona karşı diş sert dokusunun

direncinin artırılması, prefabrik kuronlarla molarların örtülmesidir (45, 46). Son zamanlarda geliştirilmiş tedavi yöntemlerinden birisi de hem koruyucu hem de restoratif tedavi olarak uygulanan "Rezin İnfiltrasyonu ile çürüklerin hapsedilmesi"dir (6).

2.5.1. Rezin İnfiltrasyonu:

İnfiltrasyon terimi, tıpta sıvı benzeri maddelerin, bir yapının porları veya kaviteleri içerisine süzülmesi anlamında kullanılır. Diş hekimliğinde bu tedavinin amacı, yüksek penetrasyon katsayısına sahip düşük vizkoziteli rezin karışımların, başlangıç evresindeki çürüklerin yüksek porlu yapılarını tıkayarak çürüklerin hapsedilmesidir (47).

Yapılan araştırmalarda, mine lezyonunun farklı histolojik alanlarında oluşan mikroporoziteler sayesinde su emilimi yapabildiği görülmüştür. Bu küçük poroziteler ve kristaller arası geniş aralıklar, organik asitler ve mineraller için bir difüzyon yoludur, lezyonun ilerlemesine neden olur. Bu görüşten yola çıkılarak, başlangıç evresindeki lezyonda, porozitelerin düşük vizkoziteli ışıkla sertleşen rezinle kapatılarak lezyonun hapsedilip ilerlemesinin durdurulabildiği savunulur. Erken dönemde gereksiz madde kaybı yerine mikroporozitelerin azaltılması, lezyonun ilerlemesinin durdurulması ile mineye mekanik destek sağlanarak kavite oluşumu ve kırılma engellenmiş olur (48).

Yüzey alanı kalınlığı, düşük porozite/yüksek mineral içeriği ve organik yapılar nedeniyle doğal white-spot lezyonlarına, rezin infiltrasyonu öncesi asit uygulanmalıdır. 60µm infiltrasyon derinliği, demineralizasyonun ilerlememesi için yeterlidir (49, 50, 51, 52). White-spot lezyonlarının yüzeyinin, fosforik aside karşı sağlam komşu mine yüzeyine göre daha dirençli olduğu görülmüştür (53). Araştırmalar, vizkozite, minenin yüzey gerilimi ve temas açısının restoratif rezinlerin asitlenmiş mineye penetrasyonunu etkilediğini göstermektedir. Vizkozite, restoratif rezin monomerlerin penetrasyonunu engelleyici bir etken olarak görülmemiştir (54). Fosforik asit uygulanmış mineye uygulanan kompozit ve kompozit olmayan rezinin penetrasyonu 50 µm'ye kadar ulaşmıştır. Yüksek

penetrasyon katsayısına sahip rezinlerin yüzeyaltı lezyonunun daha derinlerine kadar ulaşabildiği görülmüştür (55).

Yapılan çalışmalarda, %15'lik hidroklorik asit uygulamasının (90-120 sn), lezyonda tüm yüzey tabakasının erozyonunu sağladığı görülürken %37'lik fosforik asidin (30sn) lezyonun yüzey alanının yalnızca bir bölümünde erozyon oluşturduğu gözlemlenmiştir (55). Resin penetrasyonu hidroklorik asit uygulanmış yüzeyde 58µm, fosforik asit uygulanmış yüzeyde 11µm civarında görülmüştür (56). 2 kez resin infiltrasyonu uygulanmış yüzeylerin mikrosertliği, 1 kez uygulanmış olanlara göre daha fazla bulunmuştur (57).

2.5.2. Bonding Sistemleri:

Dental adeziv bağlanmalar gerçekleştiren sistemlerdir ve ilk bağlanılan yüzeyin adına göre sınıflandırılmışlardır. Dentin-bonding sistemleri asitlenmiş ve/veya primerlenmiş dentin yüzeyine uygulanan doldurucusuz (veya eser miktarda doldurucu) sıvı akrilik monomer karışımından oluşur. Bonding primeri, nemli olan hidrofilik dentin yüzeylerini rahatça ıslatabilmesi için 2-hidroksietil metakrilat gibi hidrofilik monomerlerden oluşmuştur (58).

Asitleme, primerleme ve bondingleme şeklinde 3 adımda gerçekleştirilen bonding sistemi 1990'ların sonunda adımların birleştirilmesiyle 2 aşamalı sistem haline dönüşmüştür. Self-etching primer terimi sistemin ilk komponentini tanımlar (58). Self-etching adezivler, fosforik asit esterleri gibi asidik fonksiyonel monomerlerin sıvı karışımlarından oluşurlar, fosforik asit jellerinden daha yüksek bir pH'ya sahiptirler (59). %34-37'lik fosforik asit jelinin pH'sı 0.5 ila 1 arasındayken, self-etching adeziv olan Clearfil SE Bond'un pH'sı 1.9 ila 2.0 arasındadır (60). Miller (2002), self-etching adezivlerle, minede fosforik asitle asitlenen seviyeye kadar asitlemenin elde edilemediğini bildirmiştir. Self-etching adezivler, dentinde ayrı bir asitleme aşaması gerektirmemektedir. Smear tabakasını tamamen kaldırmadıkları için self-etching adezivlerin postoperatif hassasiyete neden olmadıkları düşünülür (61).

2.5.3. Fissür-örtücüler:

Fissür-örtücülerin görevi, bakteri ve gıda birikimine neden olan pit veya fissür tabanlarındaki geometrinin elimine edilmesidir (58). Florür-salgılayan fissür örtücülerin piyasaya sürülmesi, çürük oluşumunun engellenmesine yeni bir boyut kazandırmıştır (62).

Lezyon ve asit üreten kaynak arasında fiziksel bir bariyer olarak görev alan fissür örtücülerin uygulanması tekniğinden yola çıkılarak başlangıç evresindeki mine lezyonlarının rezinlerle örtülmesi fikri ortaya konulmuştur (63). Yapılan çalışmalar, başlangıç evresindeki yapay mine lezyonlarındaki por hacminin rezin uygulanması sonucu azaldığını bildirmektedir (64, 65). Rezine örtme sonrası çürükler ilerlememiş olmasına rağmen bu yöntem, aproksimal bölgelerdeki sekonder çürükleri ve periodontitisi önlemede yeterli bulunmamıştır (6, 48, 64). Rezine örtülen lezyonlarda, aproksimal mine yüzeyinin orijinal konveksliği korunamamış, bu yüzeyleri temizlemek zor hale gelmiştir (6). Bununla beraber, 2 yıl sonrasında örtülü lezyonların %77'sinde ilerleme görülmemiştir (8).

Mueller ve ark.'nın (2006) yaptıkları çalışmada, fissür örtücü olan Heliobond, dental adeziv olan Heliobond ve Excite, lezyonlara tam olarak penetre olarak demineralizasyonu önlemişlerdir (6). Daha önceki çalışmada ise, kısmen doldurulmuş lezyon gövdelerinin de lezyonların ilerlemesini önlediği bildirilmiş, yalnız daha uzun süreli demineralizasyon süreçlerinde ilerlemenin olabileceği öne sürülmüştür (66).

Cam iyonomerlerden salınan florürün yararları, rezinlerin iyi retansiyon ve örtme özellikleriyle birleştirilerek florürlü pit ve fissür örtücüler geliştirilmiştir. Florür, fissür örtücülerle iki şekilde birleştirilmiştir. Çözünebilir florür tuzu halinde, polimerize olmamış rezine katılmıştır. Fissür örtücü dişe uygulandığında, tuz çözünür ve florür iyonları salınır. Çalışmamızda kullandığımız Heliobond F materyali bu yöntemle oluşturulmuştur. Diğer yöntem ise, organik florür bileşiğinin rezine kimyasal olarak bağlanmasıyla oluşturulur

ve florür salınımı difüzyon yoluyla sağlanır. Florür alımı arttıkça, minenin çürüğe karşı direnci de artmaktadır (67).

2.6. Mine Erozyonu:

Dental erozyon, kaynağı bakteri olmayan kimyasal atakla, genellikle asidik maddelerle oluşan kronik, patolojik, lokalize diş sert dokusu kaybıdır (68). Blumia, anoreksia gibi içsel, ve asidik gıda veya içeceklerin tüketimi gibi dışsal faktörlerle meydana gelir (69, 70, 71).

Asit, üç farklı tipte mine erozyonu oluşturur. Bunlar; yüzeysel lezyonu, yüzey yumuşaması ve yüzey asitlenmesi olarak sınıflandırılır. İlk iki lezyon başlangıç halindeki çürüğün aşamalarıdır. Üçüncüsü ise klinik çalışmalarda, adeziv restorasyonlar için uygulanan asidin diş sert dokusunu etkilemesi sonucu görülür (72).

Asit, dişin koruyucu dış zarını uzaklaştırır. Demineralizasyon ile sertliğini kaybeden diş yüzeyi, kuvvetli bir fırçalama veya abrazivli bir diş macunu kullanımı sonucu aşınır (73). Araştırmalar, erozyonun asidik içecek tüketim miktarı ve sıklığıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (74, 75, 76). Dental erozyon oluşumu, asidik gıdaların ve içecek tüketiminin azaltılması veya bu davranışların düzenlenmesiyle azaltılabilir (74, 77). Asidik içeceklerin daha az mineral kaybı ve demineralizasyona yol açması için bazı uyarlamalar yapılması önerilmiştir (78, 79, 80). İçeceklere hidrokoloid, magnezyum, kalsiyum-sitrat-malat, florür ve kalsiyum/fosfat eklenerek çalışmalar yapılmıştır. Araştırmalar, yüksek miktarda kalsiyum, fosfat veya florürün, minede erosiv lezyon oluşumunu azalttığını göstermiştir (78, 81). Yalnız, farklı içecekler karşılaştırıldığında, eser miktardaki fosfat, florür veya kalsiyumun bile erozyon oluşturmada farklı etkisi olduğu görülmüştür (82).

Kalsiyum, fosfat, florür konsantrasyonunun yanı sıra içeceklerin erozyon yaratabilme potansiyelleri; içerdikleri asidin tipi, pH'sı, tamponlama kapasitesi veya titre asidin miktarına bağlıdır (83). pH değerleri 4'ün altında olan yiyecek

ve içecekler erozyona neden olur (84). Limonlu gıdaları günde iki defadan fazla tüketenlerde erozyon oluşma riski 37 kat artmıştır (85). Sitrik asit içeren içecekler malik asit içerenlere göre daha erozivdir (86, 87). Meyve sularının, meyvelerin kendisinden 10 kat daha eroziv etkiye sahip oldukları bildirilmiştir (88). Zero (1996) ise bu sayıyı 17 olarak belirlemiştir (89).

Yapılan araştırmalarda, dişlerde erozyon oluşturmak için kullanılan demineralizasyon çözeltileri, pH ve uygulama süreleri aşağıda verilmiştir (Tablo 2.1) (90):

Tablo 2.1: Araştırmalarda kullanılan demineralizasyon çözeltileri, pH ve uygulama süreleri

Araştırmacı	Kaynak No	Demineralizasyon Çözeltisi	pH	Uygulama Süresi (dakika)
Meurman ve ark. (1990)	91	Kolalı içecek	2.6	1, 5, 15
		Spor içeceği	3.1	1, 5, 15
Meurman ve Frank (1991)	86	Sitrik Asit	2.6	15, 30, 60, 120 ve 180
Gedalia ve ark. (1992)	92	Portakal suyu	3.4	30
Barlett ve ark. (1994)	93	Sitrik Asit	3.5	5
Aykor ve ark. (1997)	90	Sitrik Asit	2.8	15

İn vitro çalışmalarda, mineral kaybı ve yeniden kazanılmasının değerlendirmesinde, madde kaybını ölçen direk ve indirek yöntemler kullanılmaktadır (94). Mikroradyografi yöntemi, İyod Adsorbsiyometresi, kimyasal analizler ve ikincil iyon kitle spektrometresi direk yöntemler arasında

yer alırken poroziteyi değerlendiren yöntemler, mikrosertlik ölçümü ve ışık dağıtımını indirek yöntemlerdir (95).

2.7. Mikrosertlik Ölçümü:

Yüzey mikrosertliği, mine ve dentin yüzeyinin fiziksel özelliğidir ve dental yapının mineral içeriğiyle ilgilidir (96). Minenin sertliği, yüzeyden uzaklaştıkça, mine-dentin sınırına doğru azalmakta, dişler arasında ve farklı diş yüzeylerinde değişiklik göstermektedir (97). Mikrosertlik değeri, minenin ortalama sertliğini gösterir ve minenin mineralizasyonunu değerlendirmede kullanılacak uygun yöntemlerden biridir (98, 99).

Minenin iki farklı bölgesinden sertlik ölçümü yapılır.

Yüzey Mikrosertliği: Ölçüm, dişin dış yüzeyine dik olarak yapılır.

Enine Kesit Mikrosertliği: Ölçüm, dişin enine kesitinde, dış yüzeye paralel olacak şekilde minenin daha alt katmanlarına doğru inilerek yapılır.

Deminerlizasyon ve remineralizasyon çalışmalarında, mikrosertlik yöntemi ilk defa Koluorides tarafından kullanılmıştır. Mikrosertlik ölçüm yönteminde, elmas bir uç ile örneğin yüzeyine belirli bir süre belirli bir yük uygulanarak yüzey üzerinde iz oluşturulur ve bu izin uzunluğu ışık mikroskobu altında μm değeri olarak ölçülür (100).

Deminerlizasyon ve remineralizasyon siklusu uygulaması sonrası yapılan mikrosertlik ölçümleriyle, mineral kaybı veya kazanılması indirekt olarak değerlendirilir. İz uzunluğu artarsa doku mineral kaybetmiş, azalırsa doku mineral kazanmış demektir (101).

Mikrosertlik ölçümlerinde Knoop veya Vickers ölçü değeri kullanılır (95). Bu iki yöntem arasındaki fark, aygıtların iz oluşturmaya yarayan uçlarının şekilleridir (102). Her iki yöntemde de aynı yükü yüklenen elmas ucun oluşturduğu çentik derinliği aynıyken çentik genişlikleri farklıdır. Vickers

yönteminde, genişliği 1.4 μ m olan eşkenar piramit esaslı bir uç kullanılırken Knoop yönteminde, çentiğin genişliği 3.5 μ m'dur ve bu durum, çentiklerin yüzey görüntülerinde farklılık oluşturur (95).

Doğru mikrosertlik ölçümü için mikrosertlik ölçüm cihazı titreşimden uzak bir yere konmalı, iz düz bir yüzey üzerinden alınmalı, yüzeye uygulanacak yük çatlak oluşturmayacak ağırlıkta olmalıdır (98).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmamızda, kırık ve çatlak içermeyen 28 adet sığır dişinden hazırlanan 56 adet mine örneğinde, sitrik asitle aktif mine erozyonu oluşturuldu. Kontrol grubundaki mine yüzeylerine hiçbir materyal uygulanmazken diğer 6 gruptaki mine yüzeylerine farklı materyaller uygulandı. Örnekler, 1 hafta süresince demineralizasyon ve remineralizasyon siklusuna tabi tutulduktan sonra 5 farklı derinlikte mikrosertlik ölçümleri yapıldı. Mikrosertlik değerleri arasındaki değişim in vitro olarak incelendi.

3.1. GEREÇ:

3.1.1. Bonding Materyali:

Çalışmamızda bir deney grubunda Clearfil™ SE Bond kullanıldı.

Clearfil™ SE Bond:

Kuraray (Osaka, Japan) firmasının bir ürünüdür. Standart paketi, self-etching primer ve bonding ajanından oluşan ışıkla sertleşen bir bonding sistemidir. Self-etching primeri; 10-Metakriloiloksidodesil dihidrojen fosfat (MDP), 2-Hidroksietil metakrilat (HEMA), Hidrofilik alifatik dimetakrilat, dl-kamforkinon, N,N-dietanol-p-tolidin ve su içerir. Bonding ajanı ise; 10-Metakriloiloksidodesil dihidrojen fosfat (MDP), Bisfenol A diglisidil metakrilat (Bis-GMA), 2-Hidroksietil metakrilat (HEMA), Hidrofobik alifatik dimetakrilat, dl-kamforkinon , N,N-dietanol-p-tolidin ve koloidal silika içerir (Resim 3.1) (103).



Resim 3.1: Dental Adeziv Clearfil™ SE Bond Seti

3.1.2. Fissür Örtücüler:

Çalışmamızda bir deney grubunda Fissurit FX, diğer bir grubunda ise Helioseal F kullanıldı.

Fissurit FX:

Voco (Cuxhaven, Germany) firmasının bir ürünüdür. Yüksek doldurucu oranına sahip (>%50), ışıkla sertleşen, beyaz renkli bir fissür örtücüdür. Bis-GMA, diürethan dimetakrilat, BHT, benzotriazol türevi ve sodyum florid (%1) içerir (Resim 3.2) (104).



Resim 3.2: Fissür örtücü Fissurit FX

Helioseal F:

Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein) firmasının bir ürünüdür. Işıkla sertleşen, beyaz renkli bir fissür örtücüdür. Bis-GMA, ürethan dimetakrilat ve trietilen glikol dimetakrilat (%58.6) içerir. Doldurucu olarak silikondioksit ve florosilikat cam partikülleri (%40.5) içerir (Resim 3.3) (105).



Resim 3.3: Fissür örtücü Helioseal F

3.1.3. Rezin-infiltranı:

Çalışmamızda üç deney grubunda Icon® kullanıldı.

Icon®:

DMG (Hamburg, Germany) firmasının bir ürünüdür (Resim 3.4).

Icon-Etch: Hidroklorik asit, pirojenik silisik asit ve yüzey-aktif maddeler içerir.

Icon-Dry: %99 Etanol içerir.

Icon-Infiltrant: Metakrilat bazlı rezin matris ve initiatörler içerir (106).



Resim 3.4: Rezin İnfiltranı Icon® Seti

3.1.4. Çözeltiler:

Demineralizasyon Çözeltisi: 2.2 mM CaCl₂, 2.2 mM KH₂PO₄, 50 mM asetik asit içeren çözelti hazırlandı. Çözeltiye koruyucu amaçlı %0.01 NaN₃ eklendi. Çözeltinin pH'sı 1 M KOH ile 4'e ayarlandı (Resim 3.5) (107, 108).

Remineralizasyon Çözeltisi: 1.0 mM CaCl₂, 2.0 mM KH₂PO₄, 50 mM KCl içeren çözelti hazırlandı. Çözeltiye koruyucu amaçlı %0.01 NaN₃ eklendi. Çözeltinin pH'sı 1 M KOH ile 7'ye ayarlandı (Resim 3.5) (107, 108).

Sitrik Asit Çözeltisi: Anhidritik sitrik asit deiyonize suda çözülerek pH değeri 2.8 olan çözelti hazırlandı (Resim 3.5) (90).



Resim 3.5: Demineralizasyon, Remineralizasyon ve Sitrik Asit Çözeltileri

3.1.5. Işın Cihazı:

Materyallerin polimerizasyonu için 400-510 nm dalga boyunda ışık veren bir kuartz tungsten halojen ışın cihazı olan Optilux 501 (Kerr/Demetron, Orange, CA, USA) kullanıldı (Resim 3.6).



Resim 3.6: Optilux 501 Işın Cihazı

3.1.6. Mikrotom Cihazı:

Diş köklerinin ayrılması ve kuronların bölünmesi için Buehler® (Lake Bluff, Illinois, USA) su soğutmalı mikrotom cihazı, çift taraflı kesen elmas disk ile birlikte kullanıldı (Resim 3.7).



Resim 3.7: Buehler® Mikrotom Cihazı

3.1.7. Cilalama Aygıtı:

Elde edilen diş kesitlerinin akrilik içine gömülmesinin ardından hazırlanan örneklerin cilalanması için Buehler® Phoenix Beta (Lake Bluff, Illinois, USA) cilalama aygıtı kullanıldı (Resim 3.8).



Resim 3.8: Buehler® Phoenix Beta Cilalama Aygıtı

3.1.8. Mikrosertlik Ölçüm Cihazı:

Mikrosertlik analizleri için Vickers elmas ucu bulunan Buehler® Micromet 5114 (Lake Bluff, Illinois, USA) mikrosertlik ölçüm cihazı kullanıldı (Resim 3.9).



Resim 3.9: Buehler® Micromet 5114 Mikrosertlik Ölçüm Cihazı

3.1.9. Araştırmamızda Kullanılan Dişler:

Çalışmamızda, çürüksüz, minesinde çatlak veya kırık bulunmayan 28 adet keser sığır dişi kullanıldı.

3.2. YÖNTEM:

Çekilmiş dişlerin yüzeylerindeki yumuşak doku kalıntıları bir küret yardımıyla kaldırıldıktan sonra yüzeyler, fırçalanarak temizlendi. Deney

başlayıncaya kadar, dişler, musluk suyu doldurulmuş kapaklı plastik kaplarda saklandı.

Tüm bölünme işlemleri, mikrotom cihazı ile yapıldı. Dişler, diş-dişeti seviyesinden kuron ve kök olarak ayrıldı. Kuronlar, kole ve insizal kenar arasındaki yüksekliğin tam ortasından meziodistal yönde ikiye bölündü. İnsizal kenarı içeren kuron parçaları, tam ortadan bukkolingual yönde yeniden ikiye ayrıldı. Sonuç olarak, bir sığır dişinden 2 kuron parçası elde edildi.

Her örnek için alt ve üst yüzeyi birbirine paralel, iç çapı ve yüksekliği 20'şer mm olan özel metal halkalar hazırlandı. Soğuk akrilik metal halkalar içerisine akıtıldıktan sonra elde edilen kuronlar bukkal mine yüzeyleri yukarı bakacak şekilde yerleştirildi. Örnekler üzerine camla bastırılarak akriliğin içine bir miktar gömülmeleri sağlandı. Akriliğin polimerizasyonunun tamamlanmasının ardından, cam, metal halkalardan uzaklaştırıldı ve akrilik artıkları bir spatül yardımıyla temizlendi. Bu yöntemle, tüm mine örneklerinin akrilik yüzeyleriyle aynı seviyede olması sağlandı (Resim 3.10).



Resim 3.10: Metal halka içerisine akrilikle gömülen mine örneği

3.2.1. Örneklerin Zımparalanması ve Cilalanması:

Örnekler sırasıyla 320, 600 ve 1200 gritlik abrasiv kağıt disklerle (Al_2O_3) zımparalandı. Zımparalama esnasında, örnekler 90 derece döndürülerek bir önceki zımparanın bıraktığı izler daha kolay kaldırıldı ve eşit miktarda cilalama yapılması sağlandı. Elde edilen mine yüzeyleri mikroskop altında incelendi ve istenilen pürüzsüz yüzeyin elde edilemediği durumlarda zımparalama işlemi tekrarlandı. Cilalama sonrasında örnekler su ile yıkanıp kurutuldu.

Çalışmanın her aşamasında örnekler kurumayı önlemek amacıyla kapaklı kaplarda, ıslatılmış pamuklar ile nemli ortamda saklandı. Örnekler sadece ölçümler için kurutuldu ve sonrasında tekrar nemli kaplara konuldu.

3.2.2. Başlangıç Mikrosertlik Ölçümleri:

Ölçüm öncesinde materyallerin uygulanacağı 3*3 mm'lik alanlar, mine yüzeylerine yapıştırılan suda çıkmayan adeziv bantlar yardımıyla belirlendi (Resim 3.11).



Resim 3.11: Başlangıç mikrosertlik ölçümü yapılan mine örneği

Yapılan ön çalışmada, 5 sn. süre ile 100 gram kuvvet uygulaması yapılarak izler oluşturuldu fakat bu kuvvet değeri ile değerlendirilebilir izler tespit

edilemedi. 200 gramın üzerindeki kuvvet uygulamalarıyla da mine yüzeyinde çok sayıda ve 10 um'dan daha uzağa ilerleyen çatlaklar oluştu. Bu nedenle 100 gramlık kuvvetin 10 sn. boyunca uygulanmasına karar verildi.

Saptanan mine yüzeylerinde, 3 geçerli Vickers çentiği oluşturulup aritmetik ortalamaları alınarak her örneğin başlangıç mikrosertlik değeri (BMSD) bulundu.

BMSD belirlenen mine örneklerinden, rastgele örnekleme yöntemi ile deney grupları ve kontrol grubu oluşturuldu (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Araştırmanın genel şeması

<u>Deney Grupları</u>	<u>Kontrol Grubu</u>
1)- Başlangıç mikrosertlik ölçümü (Mine)	1)- Başlangıç mikrosertlik ölçümü (Mine)
2)- Asit Uygulaması (Sitrik Asit; pH=2.8, 15 dak.) - Deiyonize su ile yıkama (1/2 saat)	2)- Asit Uygulaması (Sitrik Asit; pH=2.8, 15 dak.) - Deiyonize su ile yıkama (1/2 saat)
3)- Materyal uygulama Grup 2: Clearfil SE Bond Grup 3: Fissurit FX Grup 4: Helioseal F Grup 5: ICON ₆₀ Grup 6: ICON ₉₀ Grup 7: ICON ₁₂₀ - Demineralizasyon solüsyonu (=15saat) - Dinlenme (Remineralizasyon solüsyonu=9saat)	 - Demineralizasyon solüsyonu (=15saat) - Dinlenme (Remineralizasyon solüsyonu=9saat)
4)- 7. gün sonu - 2. Mikrosertlik ölçümü	3)- 7. gün sonu - 2. Mikrosertlik ölçümü

Araştırmamızda 6 adet deney ve 1 adet kontrol grubu oluşturuldu. Her grubun “n” sayısı 8 olarak belirlendi. Deney grupları ve kontrol grubu için toplam 56 adet metal halka ve mine örneği hazırlandı.

3.2.3. Sitrik Asit Uygulaması:

Tüm gruptaki örneklerin mine yüzeylerine, 15 dak. süreyle sitrik asit uygulandı. Sitrik asidin uzaklaştırılması için yıkama işlemi, musluk suyunda bulunabilecek florürün mine örneğini etkilememesi için 30 dak. süreyle deiyonize suyla gerçekleştirildi.

3.2.4. Deney Gruplarının Hazırlanması:

1. Deney Grubu (Kontrol):

Mine yüzeyine hiçbir materyal uygulanmadı.

2. Deney Grubu: Örnekler Clearfil™ SE Bond Uygulanması

Mine yüzeyine, tek kullanımlık fırça ile 20 sn. boyunca self-etching primer uygulandıktan sonra hava spreyi ile uçuruldu. Bonding ajanı uygulandıktan sonra film tabakası hava spreyi ile yavaşça inceltildi, yüzey, bir lam yardımıyla düzeltildi ve 10 sn. boyunca ışıkla polimerizasyon sağlandı.

3. Deney Grubu: Örnekler Fissurit FX Uygulanması

Mine yüzeyi, %37'lik fosforik asit kullanılarak 30 sn. süre ile asitlendi, 30 sn. boyunca su ile yıkandı ve kurutuldu. Fissurit FX, Fissurit şırıngası yardımıyla mine yüzeyine uygulandı, 20 sn. boyunca yayılması beklendi. Yüzey, bir lam yardımıyla düzelterek hava kabarcıkları giderildi ve 30 sn. boyunca ışıkla polimerizasyon sağlandı.

4. Deney Grubu: Örneklere Heliouseal F Uygulanması

Mine yüzeyi, %37'lik fosforik asit kullanılarak 30 sn. süre ile asitlendi, 30 sn. boyunca su ile yıkandı ve kurutuldu. Heliouseal F, şırıngası yardımıyla mine yüzeyine uygulandı, 15 sn. boyunca yayılması beklendi. Yüzey, bir lam yardımıyla düzeltilerek hava kabarcıkları giderildi ve 20 sn. boyunca ışıkla polimerizasyon sağlandı.

5. Deney Grubu: Örneklere Icon® Uygulanması (1)

Mine yüzeyi, Icon-Etch ile 60 sn. süre ile asitlendi, 30 sn. boyunca su ile yıkandı ve kurutuldu. Icon-Dry, şırıngası ile 30 sn. boyunca mine yüzeyine uygulandıktan sonra hava spreyi ile uçuruldu. Icon-Infiltrant, yüzeye akıtıldıktan sonra 3 dak. boyunca beklenildi. Yüzey, bir lam yardımıyla düzeltilerek hava kabarcıkları giderildi ve 40 sn. boyunca ışıkla polimerizasyon sağlandı. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda, Icon-Infiltrant 2. kez uygulandı, 1 dak. beklendi ve 40 sn. boyunca yeniden polimerize edildi.

6. Deney Grubu: Örneklere Icon® Uygulanması (2)

Mine yüzeyi, Icon-Etch ile 90 sn. süre ile asitlendi, 30 sn. boyunca su ile yıkandı ve kurutuldu. Sonraki uygulamalar yukarıda anlatıldığı gibi yapıldı.

7. Deney Grubu: Örneklere Icon® Uygulanması (3)

Mine yüzeyi, Icon-Etch ile 120 sn. süre ile asitlendi, 30 sn. boyunca su ile yıkandı ve kurutuldu. Sonraki uygulamalar yukarıda anlatıldığı gibi yapıldı.

3.2.5. Demineralizasyon-Remineralizasyon Siklusu:

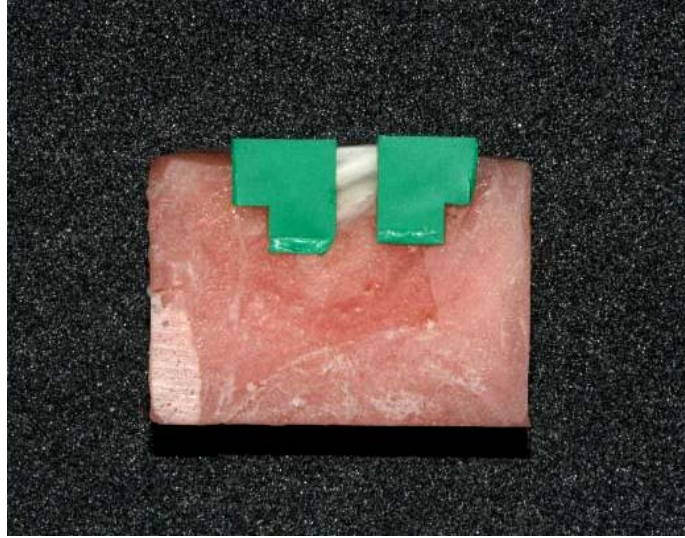
Dişler, 1 hafta süresince demineralizasyon ve remineralizasyon siklusuna tabi tutuldu. Mine yüzeylerine, her gün 15 saat içerisinde her 3 saatte bir 5'er dak. mikropipetle ile bir damla demineralizasyon çözeltisi uygulandı. Gün içerisinde sadece 25 dak. demineralizasyon uygulanmış örnekler, kalan 9 saat içerisinde sürekli remineralizasyon çözeltisine bırakıldı. Mikrosertlik ölçümleri öncesinde, çözeltiden çıkarılan örnekler, deiyonize suyla yıkandı.

3.2.6. Enine Kesit Mikrosertlik Ölçümü:

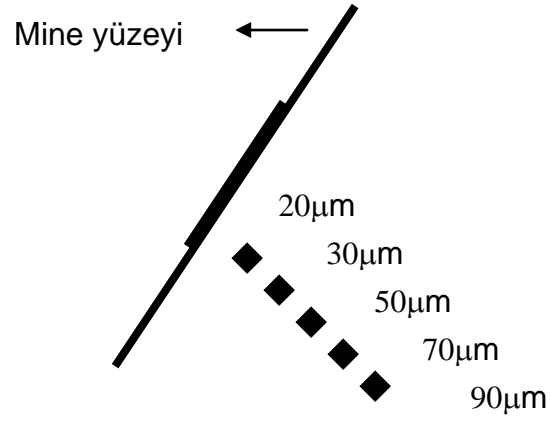
Çalışmamızda, mine erozyonu oluşturulan yüzeylere uygulanan materyallerin yeniden sertleşmedeki etkilerinin değerlendirilmesi için enine kesit mikrosertlik ölçümleri yapıldı. Bu ölçümler öncesinde, örneklerin gömülü olduğu akrilik kalıplar metal halkalardan çıkartılarak su soğutmalı Buehler® mikrotom cihazı ile bukkolingual doğrultuda ikiye ayrıldı. Elde edilen kesit örnekleri, yeniden 600 ve 1200 gritlik abrasiv kağıt disklerle (Al_2O_3) zımparalandı. (Resim 3.12) Ölçüm yapılacak alan daha önce materyalin uygulandığı yüzeye paralel olacak şekilde adeziv bantlarla yeniden belirlendi (Resim 3.13). Her bir örnek kesit üzerinde, 5 farklı derinlikte 3 geçerli Vickers çentiği oluşturmak üzere toplam 15 iz elde edildi. Derinlikler, mine yüzeyinden dentine doğru 20 μ m, 30 μ m, 50 μ m, 70 μ m ve 90 μ m olarak belirlendi (Resim 3.14).



Resim 3.12: Akrilik içerisine gömülmüş kesit rneği



Resim 3.13: Mine kesidi üzerinde mikrosertlik ölümü yapılacak alan rneği



Resim 3.14: Mikrosertlik ölçümlerinin yapıldığı derinlikler

3.2.7. İstatistiksel Değerlendirme:

Çalışmamızda istatistiksel analizler için SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), grafikler için Excel 2003 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) programları kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi, grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalarda, tek yönlü varyans analizi testi (ANOVA), alt grup karşılaştırmalarında Tukey HDS çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

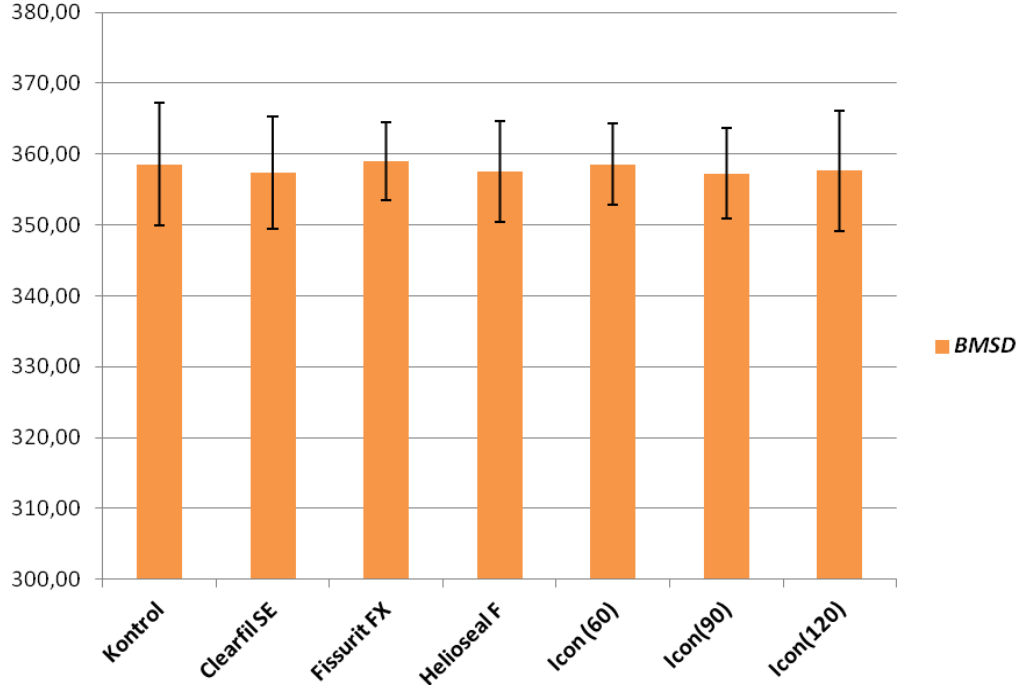
Çalışmamızda, başlangıç mikrosertlik değerleri belirlenen mine örneklerinden, rastgele örnekleme yöntemi ile deney grupları ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Oluşturulan grupların ortalama mikrosertlik değerleri (Vickers) arasındaki fark, ANOVA ile değerlendirildiğinde, sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 4.1) (Şekil 4.1). ($p>0.05$)

Değerler “Ortalama±Standart Sapma” olarak verilmiştir.

BMSD: Başlangıç mikrosertlik değeri

Tablo 4.1: Kontrol grubu ve deney gruplarındaki örneklerin BMSD (Vickers) ortalamaları ve standart sapmaları

	N	Ortalama±SS	P
Grup 1 (Kontrol)	8	358.57±17.37	1.000
Grup 2 (Clearfil SE)	8	357.34±15.89	1.000
Grup 3 (Fissurit FX)	8	358.95±11.02	1.000
Grup 4 (Helioseal F)	8	357.53±14.22	1.000
Grup 5 (Icon(60))	8	358.59±11.35	1.000
Grup 6 (Icon(90))	8	357.29±12.88	1.000
Grup 7 (Icon(120))	8	357.66±16.98	1.000



Şekil 4.1: Kontrol grubu ve deney gruplarındaki örneklerin ortalama BMSD (Vickers) ve standart sapmaları

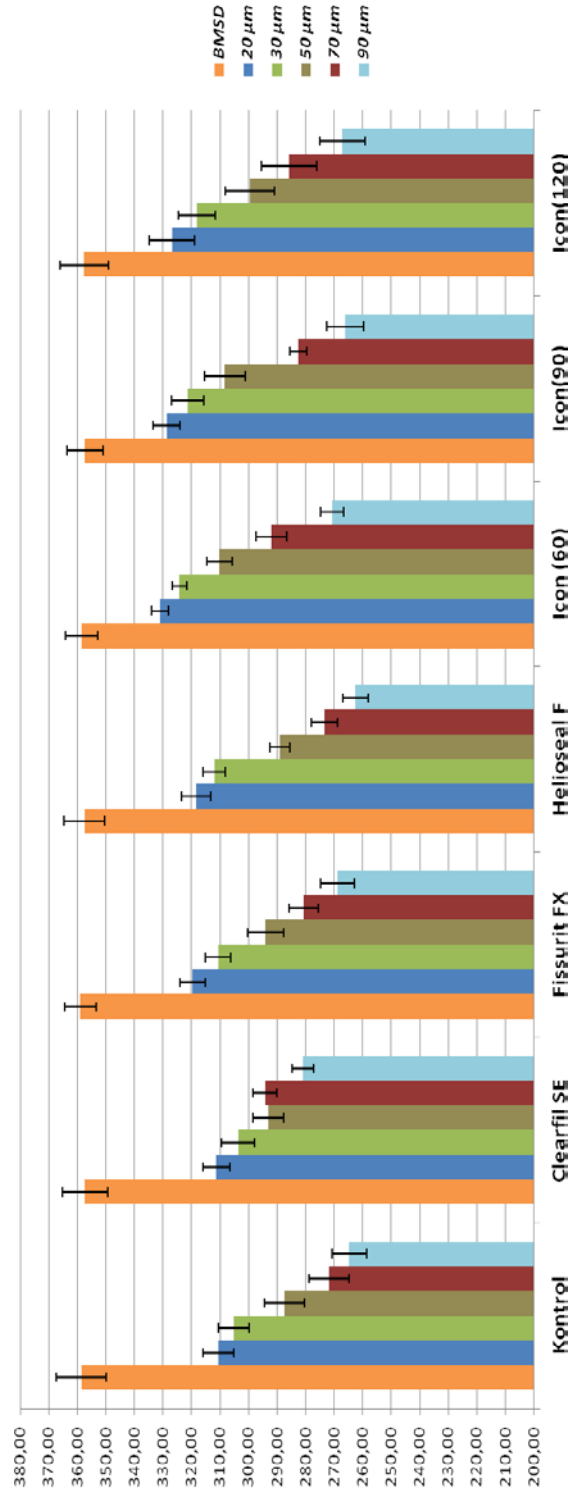
Dişlerden alınan bukkolingual kesitler üzerinde enine kesit mikrosertlik ölçümleri yapılmıştır.

Kontrol grubu ve diğer gruplarda, başlangıç mikrosertlik değerleri (Vickers) ve uygulama sonrası 5 farklı derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri Tukey çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiş, sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. (Tablo 4.2). ($p < 0.05$)

Tablo 4.2: Örneklerin 20 μm , 30 μm , 50 μm , 70 μm ve 90 μm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri (Vickers) ve standart sapmaları

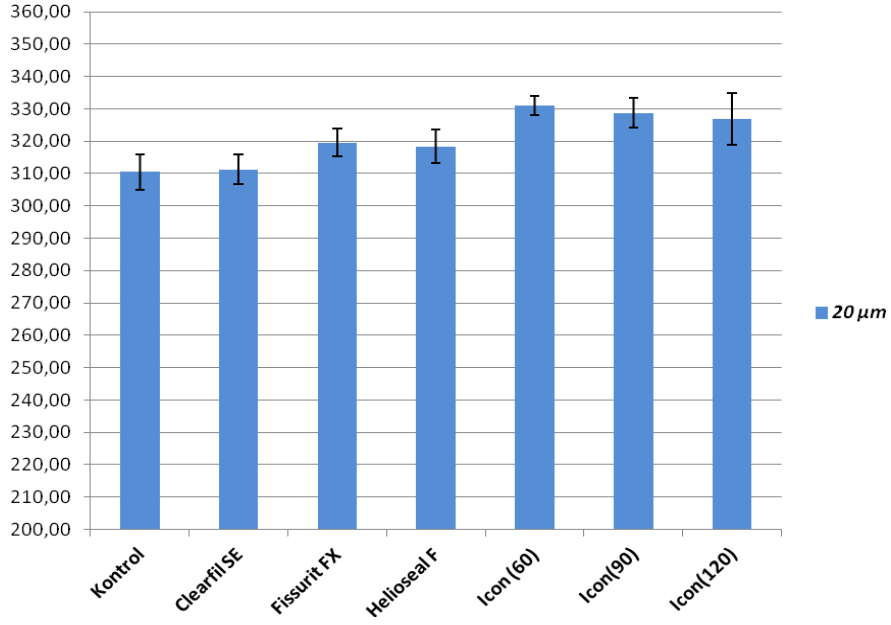
	BMSD	20 μm	30 μm	50 μm	70 μm	90 μm	P
Grup 1 (Kontrol)	358.57 \pm 17.37	310.54 \pm 10.88	305.27 \pm 10.78	287.38 \pm 13.88	271.83 \pm 13.99	264.70 \pm 11.95	0.000
Grup 2 (Clearfil SE)	357.34 \pm 15.89	311.29 \pm 9.34	303.65 \pm 11.68	293.18 \pm 10.78	294.23 \pm 8.48	280.92 \pm 7.42	0.000
Grup 3 (Fissurit FX)	358.95 \pm 11.02	319.59 \pm 8.78	310.65 \pm 9.03	294.03 \pm 12.45	280.73 \pm 10.30	268.88 \pm 11.90	0.000
Grup 4 (Helioclear F)	357.53 \pm 14.22	318.43 \pm 10.29	311.98 \pm 7.80	288.94 \pm 7.09	273.38 \pm 9.06	262.51 \pm 8.63	0.000
Grup 5 (Icon(60))	358.59 \pm 11.35	331.01 \pm 5.77	324.18 \pm 5.10	310.18 \pm 8.72	291.91 \pm 10.83	270.79 \pm 8.20	0.000
Grup 6 (Icon(90))	357.29 \pm 12.88	328.72 \pm 9.26	321.39 \pm 11.39	308.30 \pm 14.39	282.54 \pm 5.96	266.15 \pm 12.76	0.000
Grup 7 (Icon(120))	357.66 \pm 16.98	326.85 \pm 16.05	318.14 \pm 13.11	299.55 \pm 17.31	285.84 \pm 19.52	267.11 \pm 15.92	0.000

Grupların BMSD ve uygulama sonrası farklı derinliklerdeki mikrosertlik değerleri, Şekil 4.2’te grafiksel olarak gösterilmiştir.

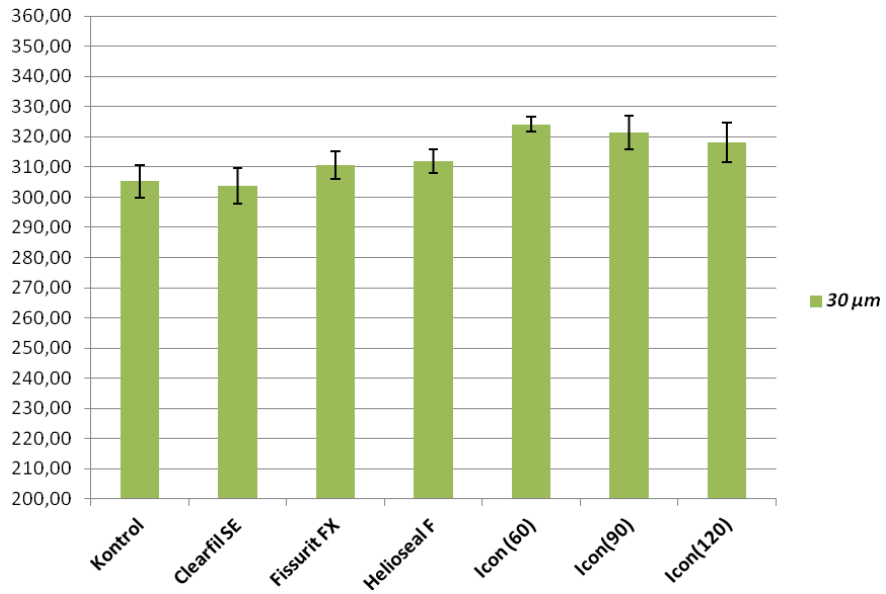


Şekil 4.2: Grupların BMSD, farklı derinliklerdeki mikrosertlik değerleri

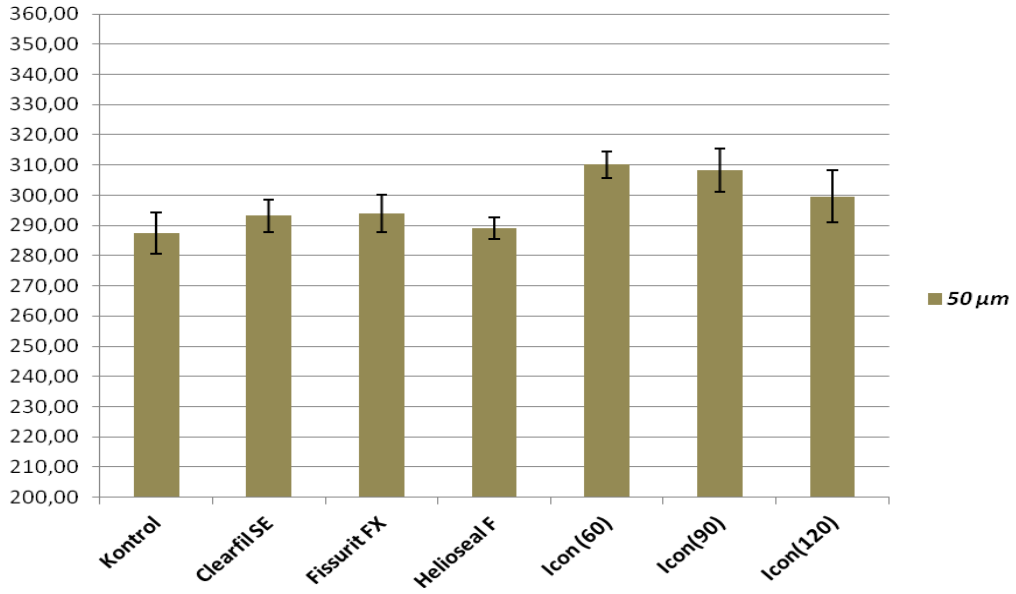
Her derinlikte, grupların mikrosertlik değerleri ve standart sapmaları grafiksel olarak gösterilmiştir (Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7).



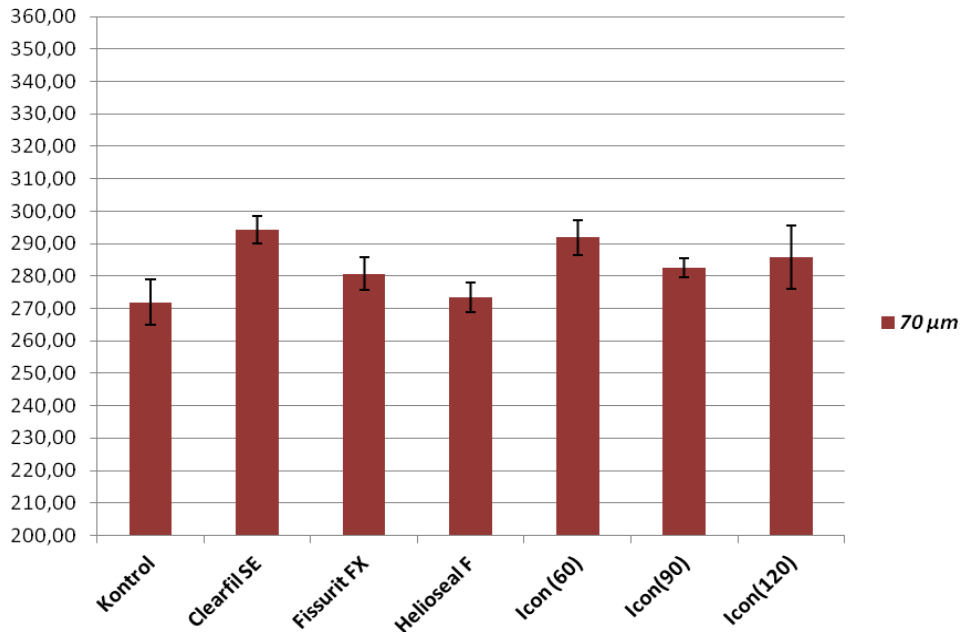
Şekil 4.3: 20 µm derinlikte grupların ortalama mikrosertlik değerleri



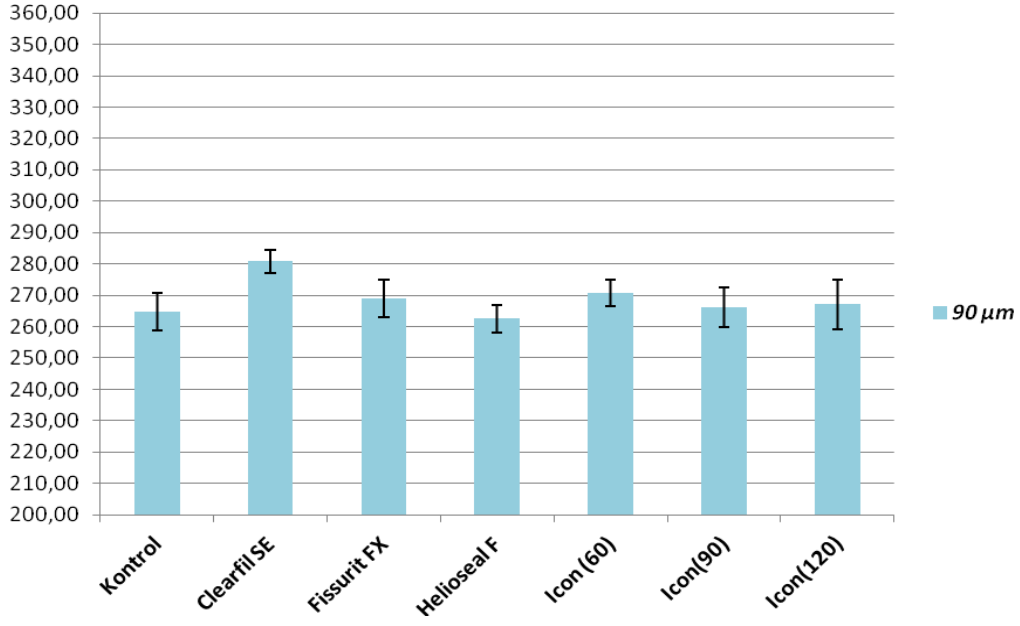
Şekil 4.4: 30 µm derinlikte grupların ortalama mikrosertlik değerleri



Şekil 4.5: 50 µm derinlikte grupların ortalama mikrosertlik değerleri



Şekil 4.6: 70 µm derinlikte grupların ortalama mikrosertlik değerleri



Şekil 4.7: 90 µm derinlikte grupların ortalama mikrosertlik değerleri

Her grupta uygulama sonrası 20 µm, 30 µm, 50 µm, 70 µm ve 90 µm derinlikteki mikrosertlik değerleri farkları, Tukey çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir.

Grup 1 (Kontrol):

20 µm ile 30 µm'a ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken 20 µm ile 50 µm, 70 µm ve 90 µm arasındaki fark anlamlıdır. 30 µm ile 50 µm, 70 µm, 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark , istatistiksel olarak anlamlıdır. 50 µm ile 70 µm'a ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken 50 µm ile 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 70 µm ile 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Kontrol grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 µm, 30 µm, 50 µm, 70 µm ve 90 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri (Vickers) farkları

	A	B	Ortalama Fark (A-B)	P
Grup 1 (Kontrol)	20 µm	30 µm	5.27	.912
		50 µm	23.16*	.006
		70 µm	38.71*	.000
		90 µm	45.84*	.000
	30 µm	50 µm	17.89*	.048
		70 µm	33.45*	.000
		90 µm	40.58*	.000
	50 µm	70 µm	15.55	.111
		90 µm	22.68*	.007
	70 µm	90 µm	7.13	.778

* : p değerleri <0.05, istatistiksel olarak anlamlıdır.

Grup 2 (Clearfil SE Bond):

20 µm ile 30 µm'a ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken 20 µm ile 50 µm, 70 µm ve 90 µm arasındaki fark anlamlıdır. 30 µm ile 50 µm, 70 µm ölçümler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmazken 30 µm ile 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 50 µm ile 70 µm, 90 µm'a ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. 70 µm ile 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: Clearfil SE Bond grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 µm, 30 µm, 50 µm, 70 µm ve 90 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları

	A	B	Ortalama Fark (A-B)	P
Grup 2 (Clearfil SE Bond)	20 µm	30 µm	7.63	.520
		50 µm	18.11*	.005
		70 µm	17.06*	.010
		90 µm	30.37*	.000
	30 µm	50 µm	10.48	.215
		70 µm	9.43	.310
		90 µm	22.74*	.000
	50 µm	70 µm	-1.05	.999
		90 µm	12.26	.105
	70 µm	90 µm	13.31	.066

* : p değerleri <0.05, istatistiksel olarak anlamlıdır.

Grup 3 (Fissurit FX):

20 µm ile 30 µm'a ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken 20 µm ile 50 µm, 70 µm ve 90 µm arasındaki fark anlamlıdır. 30 µm ile 50 µm, 70 µm, 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 50µm ile 70 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken, 50 µm ile 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 70µm ile 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5: Fissurit FX grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 µm, 30 µm, 50 µm, 70 µm ve 90 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları

	A	B	Ortalama Fark (A-B)	P
Grup 3 (Fissurit FX)	20 µm	30 µm	8.94	.455
		50 µm	25.57*	.000
		70 µm	38.87*	.000
		90 µm	50.71*	.000
	30 µm	50 µm	16.63*	.027
		70 µm	29.93*	.000
		90 µm	41.77*	.000
	50 µm	70 µm	13.30	.111
		90 µm	25.14*	.000
	70 µm	90 µm	11.85	.191

* : p değerleri <0.05, istatistiksel olarak anlamlıdır.

Grup 4 (Helioseal F):

20 µm ile 30 µm'a ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken 20 µm ile 50 µm, 70 µm ve 90 µm arasındaki fark anlamlıdır. 30 µm ile 50 µm, 70 µm, 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 50µm ile 70 µm, 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 70µm ile 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6: Helioseal F grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 µm, 30 µm, 50 µm, 70 µm ve 90 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları

	A	B	Ortalama Fark (A-B)	P
Grup 4 (Helioseal F)	20 µm	30 µm	6.44	.575
		50 µm	29.48*	.000
		70 µm	45.04*	.000
		90 µm	55.92*	.000
	30 µm	50 µm	23.04*	.000
		70 µm	38.60*	.000
		90 µm	49.48*	.000
	50 µm	70 µm	15.56*	.008
		90 µm	26.43*	.000
	70 µm	90 µm	10.88	.110

* : p değerleri <0.05, istatistiksel olarak anlamlıdır.

Grup 5 (Icon(60)):

20 µm ile 30 µm'a ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken 20 µm ile 50 µm, 70 µm ve 90 µm arasındaki fark anlamlıdır. 30 µm ile 50 µm, 70 µm, 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 50 µm ile 70 µm, 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 70 µm ile 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: Icon(60) grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 µm, 30 µm, 50 µm, 70 µm ve 90 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları

	A	B	Ortalama Fark (A-B)	P
Grup 5 (Icon(60))	20 µm	30 µm	6.83	.442
		50 µm	20.83*	.000
		70 µm	39.10*	.000
		90 µm	60.22*	.000
	30 µm	50 µm	14.00*	.011
		70 µm	32.27*	.000
		90 µm	53.39*	.000
	50 µm	70 µm	18.26*	.001
		90 µm	39.39*	.000
	70 µm	90 µm	21.13*	.000

* : p değerleri <0.05, istatistiksel olarak anlamlıdır.

Grup 6 (Icon(90)):

20 µm ile 30 µm'a ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken 20 µm ile 50 µm, 70 µm ve 90 µm arasındaki fark anlamlıdır. 30 µm ile 50 µm'a ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken 30 µm ile 70 µm, 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 50 µm ile 70 µm, 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 70 µm ile 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (Tablo 4.8).

Tablo 4.8: Icon(90) grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 µm, 30 µm, 50 µm, 70 µm ve 90 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları

	A	B	Ortalama Fark (A-B)	P
Grup 6 (Icon(90))	20 µm	30 µm	7.33	.684
		50 µm	20.43*	.007
		70 µm	46.18*	.000
		90 µm	62.57*	.000
	30 µm	50 µm	13.10	.153
		70 µm	38.85*	.000
		90 µm	55.24*	.000
	50 µm	70 µm	25.75*	.000
		90 µm	42.15*	.000
	70 µm	90 µm	16.39*	.043

* : p değerleri <0.05, istatistiksel olarak anlamlıdır.

Grup 7 (Icon(120)):

20 µm ile 30 µm'a ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken 20 µm ile 50 µm, 70 µm ve 90 µm arasındaki fark anlamlıdır. 30 µm ile 50 µm'a ait ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken 30 µm ile 70 µm, 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 50 µm ile 70 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken, 50 µm ile 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. 70 µm ile 90 µm'a ait ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9: Icon(120) grubundaki örneklerin uygulama sonrası 20 µm, 30 µm, 50 µm, 70 µm ve 90 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları

	A	B	Ortalama Fark (A-B)	P
Grup 7 (Icon(120))	20 µm	30 µm	8.71	.828
		50 µm	27.30*	.017
		70 µm	41.01*	.000
		90 µm	59.74*	.000
	30 µm	50 µm	18.59	.185
		70 µm	32.30*	.003
		90 µm	51.03*	.000
	50 µm	70 µm	13.71	.471
		90 µm	32.44*	.003
	70 µm	90 µm	18.73	.179

* : p değerleri <0.05, istatistiksel olarak anlamlıdır.

BMSD ile uygulama sonrası 5 farklı derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri arasındaki farklar, Tukey çoklu karşılaştırma testiyle değerlendirilmiş, sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4.10).

Tablo 4.10: Başlangıç mikrosertlik değerleri (Vickers) ile 20 µm, 30 µm, 50 µm, 70 µm ve 90 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri arasındaki farkların istatistiksel analizi

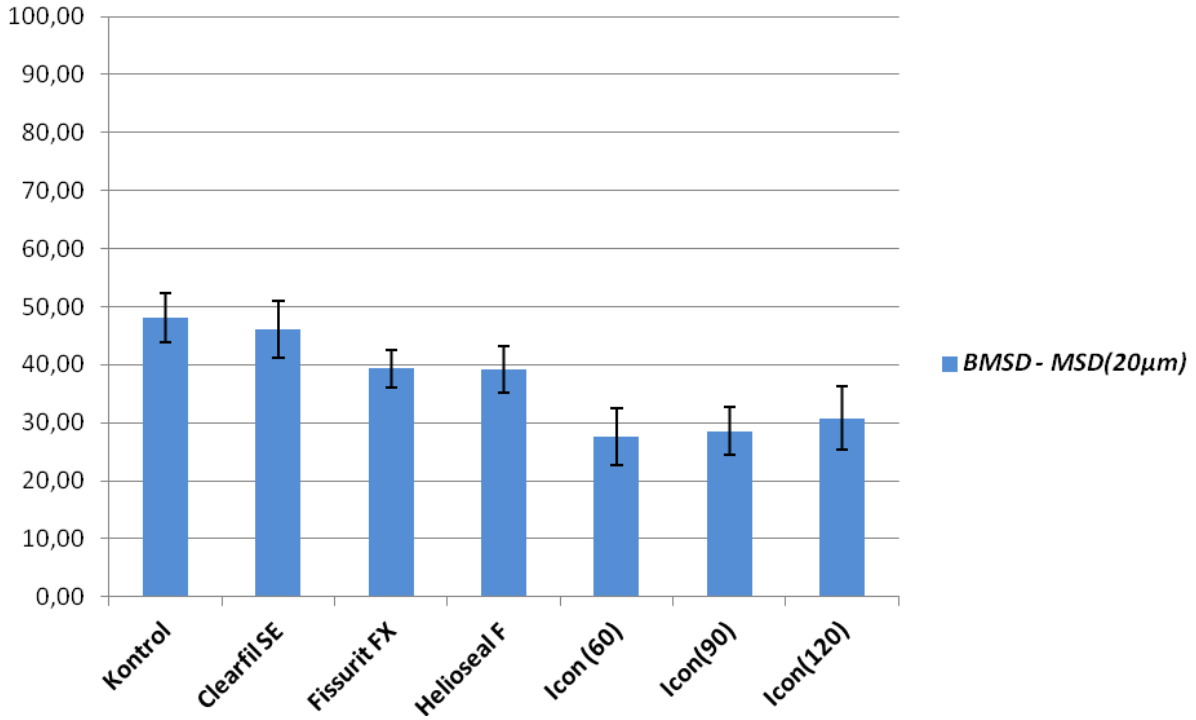
	A	B	Ortalama Fark (A-B)	P
Grup 1 (Kontrol)	BMSD	20 µm	48.03*	.000
		30 µm	53.30*	.000
		50 µm	71.19*	.000
		70 µm	86.74*	.000
		90 µm	93.87*	.000
Grup 2 (Clearfil SE)	BMSD	20 µm	46.05*	.000
		30 µm	53.68*	.000
		50 µm	64.16*	.000
		70 µm	63.11*	.000
		90 µm	76.42*	.000
Grup 3 (Fissurit FX)	BMSD	20 µm	39.36*	.000
		30 µm	48.30*	.000
		50 µm	64.93*	.000
		70 µm	78.23*	.000
		90 µm	90.07*	.000
Grup 4 (Helioseal F)	BMSD	20 µm	39.11*	.000
		30 µm	45.55*	.000
		50 µm	68.59*	.000
		70 µm	84.15*	.000
		90 µm	95.03*	.000
Grup 5 (Icon(60))	BMSD	20 µm	27.58*	.000
		30 µm	34.41*	.000
		50 µm	48.41*	.000
		70 µm	66.68*	.000
		90 µm	87.80*	.000
Grup 6 (Icon(90))	BMSD	20 µm	28.57*	.000
		30 µm	35.90*	.000
		50 µm	48.99*	.000
		70 µm	74.75*	.000
		90 µm	91.14*	.000
Grup 7 (Icon(120))	BMSD	20 µm	30.81*	.007
		30 µm	39.52*	.000
		50 µm	58.11*	.000
		70 µm	71.82*	.000
		90 µm	90.55*	.000

* : p değerleri <0.05, istatistiksel olarak anlamlıdır.

BMSD ile her grupta aynı derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri arasındaki farklar, Tukey çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir.

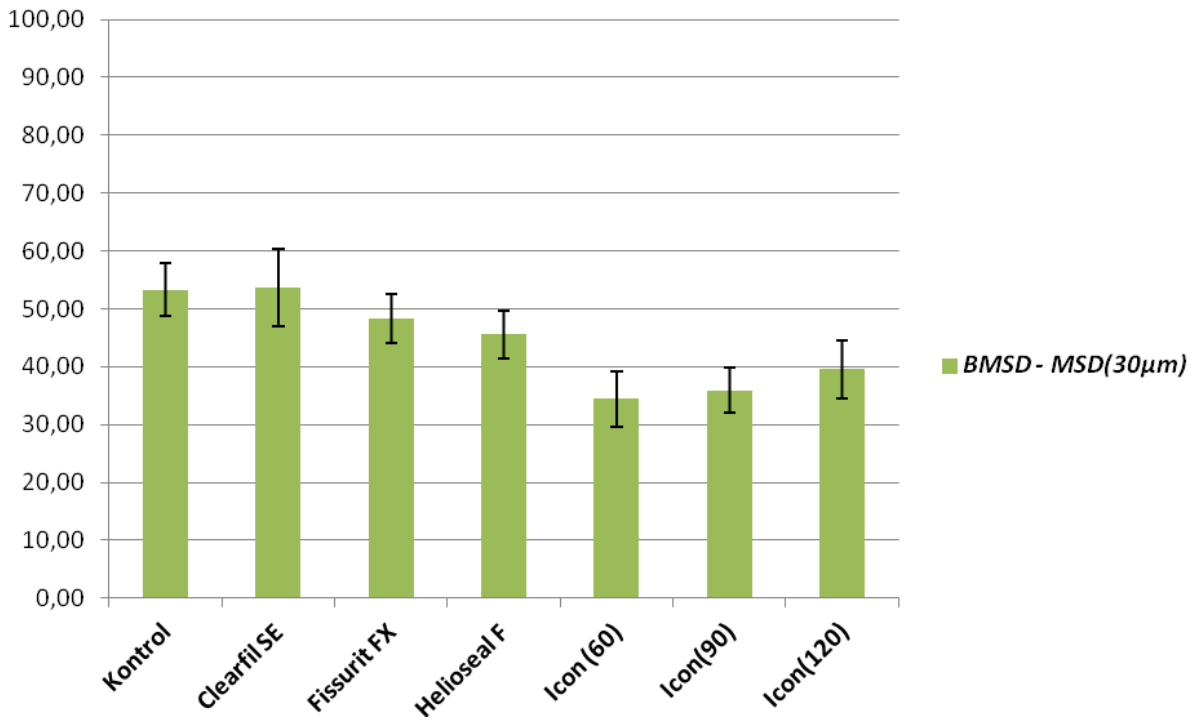
Grupların BMSD ve 20 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları karşılaştırıldığında, Grup 2 (Clearfil SE) ile Grup 5 (Icon 60), grup 6 (Icon 90), grup 7 (Icon 120) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Grup 1 (Kontrol) ile Grup 5 (Icon 60), grup 6 (Icon 90), grup 7 (Icon 120) fark, istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 4.8). (p<0.05)

MSD: Mikrosertlik değeri



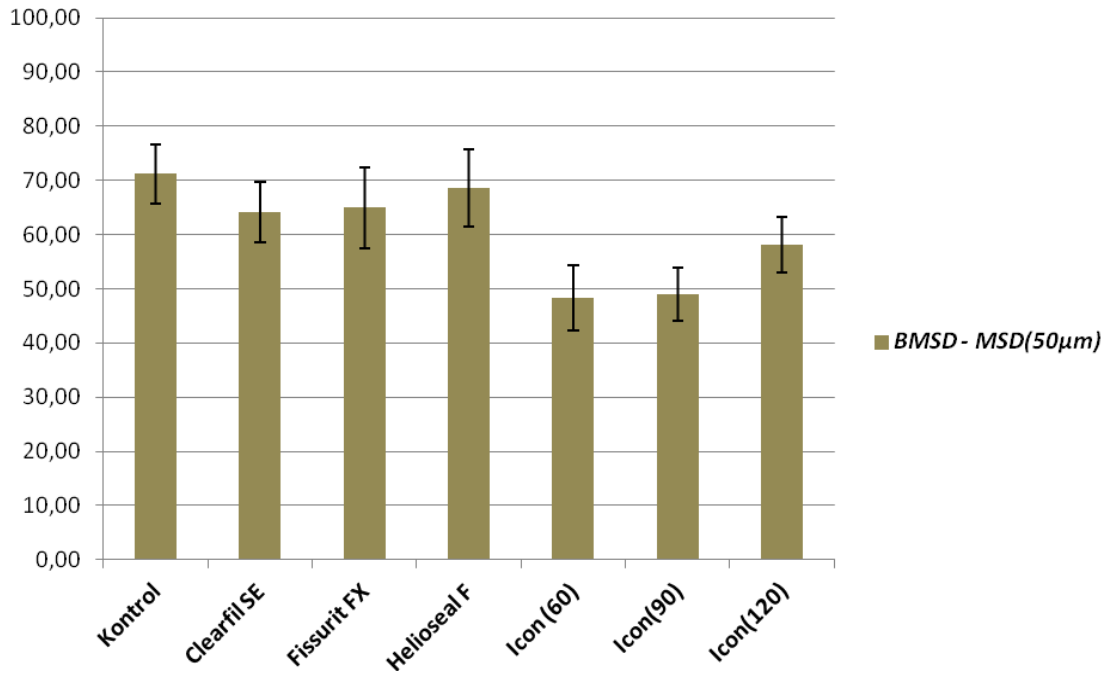
Şekil 4.8: Grupların BMSD ile 20 µm derinlikteki mikrosertlik değerleri farkları

BMSD ve grupların 30 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları karşılaştırıldığında, Grup 2 (Clearfil SE) ile Grup 5 (Icon 60) ve grup 6 (Icon 90) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Grup 1 (Kontrol) ile Grup 5 (Icon 60) ve grup 6 (Icon 90) arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 4.9). ($p < 0.05$)



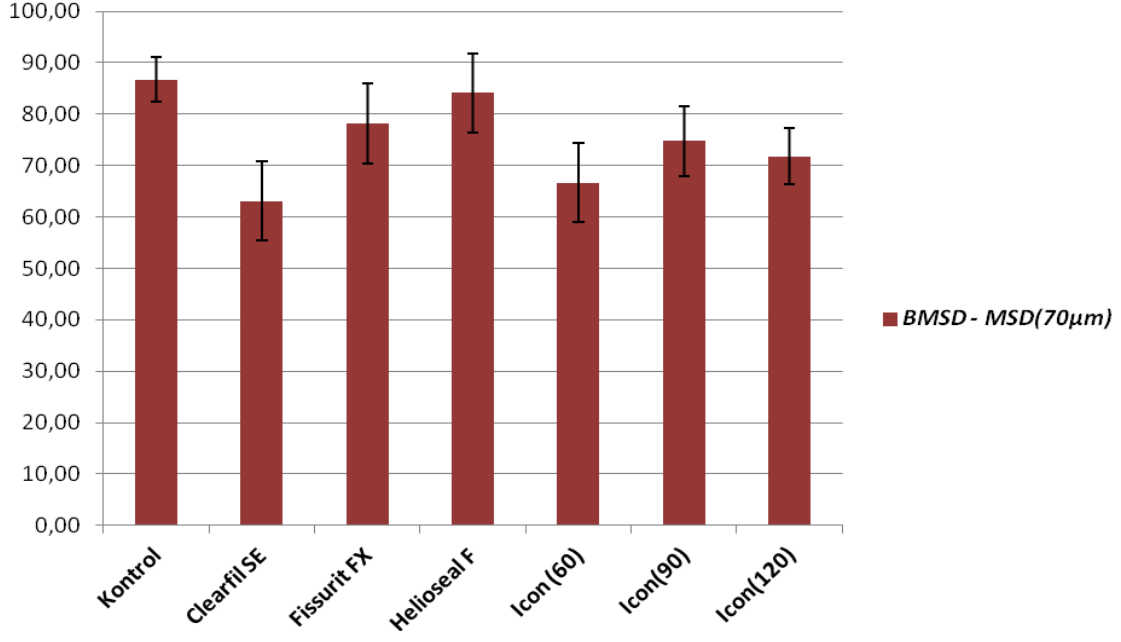
Şekil 4.9: Grupların BMSD ile 30 µm derinlikteki mikrosertlik değerleri farkları

BMSD ve grupların 50 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları karşılaştırıldığında, Grup 4 (Heliöseal) ile Grup 5 (Icon 60) ve grup 6 (Icon 90) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Grup 1 (Kontrol) ile Grup 5 (Icon 60) ve grup 6 (Icon 90) arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 4.10). ($p < 0.05$)



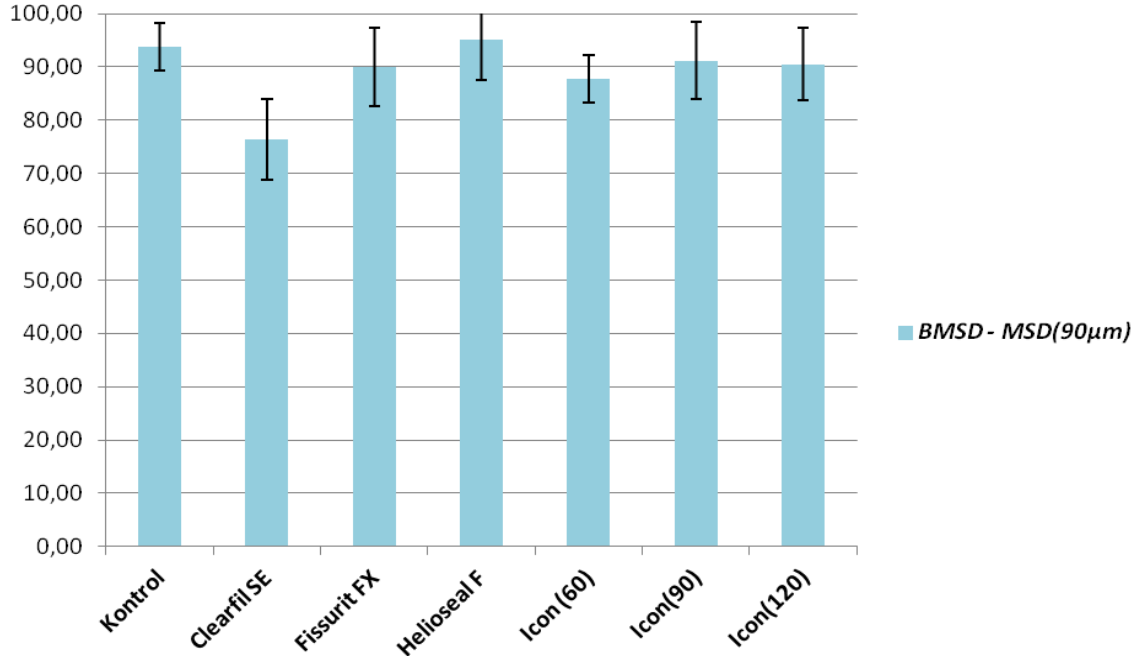
Şekil 4.10: Grupların BMSD ile 50 µm derinlikteki mikrosertlik değerleri farkları

BMSD ve grupların 70 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları karşılaştırıldığında, Grup 2 (Clearfil SE) ile Grup 1 (Kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (Şekil 4.11). ($p < 0.05$)



Şekil 4.11: Grupların BMSD ile 70 µm derinlikteki mikrosertlik değerleri farkları

BMSD ve grupların 90 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri farkları karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Şekil 4.12). ($p>0.05$)



Şekil 4.12: Grupların BMSD ile 90 µm derinlikteki mikrosertlik değerleri farkları

5. TARTIŞMA

Diş çürükleri, buldukları yüzeye göre düz yüzey çürükleri ve pit ve fissür çürükleri olarak sınıflandırılmaktadır. Düz yüzey çürükleri; aproksimal çürükler, kök yüzeyi ve düz yüzeyler üzerindeki çürükler için kullanılan bir terimdir. Bu üç çürük tipinden, klinik olarak en zor tanı koyulabilen aproksimal çürüklerdir. Aproksimal alanlar dışındaki düz yüzeylerde oluşan çürüklerin tanınması ise zor değildir; genellikle karyojenik gıdalar tüketen ve bakteri plağının yüksek oranda görüldüğü hastalarda, bukkal ve lingual mine yüzeylerinde izlenmektedirler (109).

Mine çürükleri, başlangıç evresinde yüzeyaltı lezyonu olarak gelişmeye başlamaktadır. İlk demineralizasyon, klinik olarak sağlam mine yüzeyinde beyaz veya tebeşirimsi bir bölge halinde tanınmaktadır. Demineralizasyon ilerledikçe, bu yüzey kırılarak kavite oluşumu meydana gelmektedir. Kavite oluşuncaya kadar remineralizasyonun gerçekleşmesi mümkündür. Kavite oluşumu görüle bile, remineralizasyon meydana gelebilmekte, çürük oluşumu durdurulabilmektedir (9).

Mine yüzeylerinde görülen demineralizasyon alanları, sabit ortodontik tedaviler sonrası da görülebilmektedir (29). Ortodontik tedavi sırasında florürlü ağız gargaraları kullanımı gibi koruyucu yöntemler, beyaz leke (white-spot) lezyonlarının oranını azaltsa da hastaların işbirliği yeterli olmamaktadır (35, 36, 37, 38). Bazı araştırmalar, florür salgılayan cam iyonomer simanların akrilik bazlı materyaller ile kıyaslandığında white-spot lezyonlarının oranını azalttığını gösterse de uzun dönem çalışmalarda sonuçlar yeterli bulunmamıştır (29, 110). Bundan dolayı, son yıllarda, hastalarla iletişimden bağımsız olarak demineralizasyonun engellenmesine yönelik yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır (111). Bu tedavi yöntemlerinden birisi, düşük vizkoziteli ışıkla sertleşen rezinlerin yüzeyaltı lezyonlara infiltrasyonu sonucu çürüklerin hapsedilmesidir (56). Bazı çalışmalarda, çeşitli adeziv ve fissür örtücülerin de yapay çürük lezyonlarına infiltrasyonu görülmüştür (48, 49, 65).

Çalışmamızda, 28 adet sığır dişinden 56 adet mine örneği elde edilmiş, biri kontrol grubu olmak üzere 7 ayrı grup oluşturulmuştur. Başlangıç mikrosertlikleri ölçüldükten sonra, bu örnekler kliniği taklit etmek amacıyla pH'sı 2.8 olan sitrik asit çözeltisi uygulanarak mine erozyonları yaratılmıştır. Kontrol grubuna sitrik asit sonrasında hiçbir materyal uygulanmamıştır. İkinci gruptaki örnekler bonding materyali olan Clearfil SE Bond, üçüncü gruptaki örnekler fissür örtücü materyali olan Fissurit FX, dördüncü gruptaki örnekler yine fissür örtücü materyali olan Heliobond F, beşinci gruptaki örnekler 60 sn. hidroklorik asitle asitleme sonrası rezin infiltrasyon yönteminde kullanılan materyal olan Icon, altıncı gruptaki örnekler 90 sn. hidroklorik asitle asitleme sonrası Icon ve yedinci gruptaki örnekler 120 sn. hidroklorik asitle asitleme sonrası Icon uygulanmıştır. Örnekler, 1 hafta boyunca remineralizasyon ve demineralizasyon siklusuna tabi tutulmuştur. Siklus sonunda, örnekler, bukkolingual yönde ikiye ayrılarak yüzeyden 20µm, 30µm, 50µm, 70µm ve 90µm derinlikteki mikrosertlik ölçümleri yapılmış, yeniden sertleşme değerleri in vitro olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizde sonuçların daha kolay yorumlanması için her gruptaki başlangıç ölçümlerinin ortalaması ile farklı derinliklerdeki mikrosertlik ölçümleri dikkate alınmıştır.

Çalışmamızda olduğu gibi birçok araştırmada, insan diş minesine alternatif olarak sığır dişi minesine kullanılmıştır (72, 86, 91, 112). Sığır dişi minesinin yapısındaki kristallerin dizilimi insan dişi minesine benzer özellikte ve ağırlıkça içerdiği kalsiyum oranı, insan dişi minesine benzerdir. Kalsiyum oranı, insan dişi minesindeki gibi yüzeyden mine-dentin sınırına doğru kademeli olarak azalmaktadır. Sığır dişi minesindeki matris proteinleri, insan minesindeki benzer amino asitlerden oluşmaktadır. Bununla birlikte, sığır dişi minesine ve insan dişi minesine arasında çeşitli farklar bulunmaktadır: Sığır dişi minesindeki kristallerin kalınlığı, insan dişi minesindeki kristallerin 1.7 katıdır ve daha geniş bir prizmalar arası alana sahiptir (113). Turssi ve ark.'nın (2010) yaptığı çalışmada, erozyon öncesi ve sonrası sığır dişi ve insan dişi minesinin mikrosertlik değerleri birbiriyle aynı bulunmuştur (114).

Çalışmamızda, başlangıç mikrosertlikleri için yüzey mikrosertlik testi, mine yüzeyinden farklı derinliklerde ölçüm yapılabilmesi için kesit mikrosertlik testi

uygulanmıştır. Birçok araştırmacı, demineralizasyon ve remineralizasyon olgusunu yorumlamak için mikrosertlik ölçümü kullanmıştır. Mikrosertlik değerinin, minenin ortalama sertliğini yansıttığı halde mineral yapının kristal karakteri hakkında bilgi vermediği göz önünde bulundurulmalıdır (72). Mikrosertlik ölçümünün diş minesinin erken demineralizasyonunu saptamak için yeterince duyarlı olduğu bildirilmiştir (115).

Çalışmamızda, su soğutmalı mikrotom ile hazırlanan diş kesitleri, Grobler ve ark.'nın (1994) yaptıkları şekilde nemli ortamda bekletilmiştir (116). Bunun yapılmasındaki amaç, dişin suyunu kaybederek kuruması ve yapılacak araştımının sonucundaki sapmaları önlemektir (90).

Mikrosertlik ölçümü için cilalı ve düz bir yüzey oluşturulması amacıyla, bazı araştırmacılar, mine yüzeyini sırasıyla 400, 800, 1500 gridlik (112) zımparalarken bazıları sadece 600 gridlik silikon karbid kullanmıştır (72, 115, 117). Çalışmamızda, Moura ve ark.'nın (2006) çalışmalarına benzer şekilde örnekler sırasıyla 320, 600 ve 1200 gridlik alüminyum oksit disklerle zımparalanmıştır (118). Zımparalama sonrasında artık kalmaması amacıyla, mine kesitleri Bailey'nin (1970) belirttiği şekilde suyla yıkanıp kurutulmuştur (119).

Zımparalama ve cilalamanın yapıldığı açı, mikrosertlik ölçüm farklılıklarına sebep olabilmektedir (99). Çalışmamızda, örnekler sadece akrilik içerisine değil, bazı araştırmacıların yaptığı gibi standart kalınlıktaki metal halkalar içerisindeki akriliğe gömülmüştür (72, 112). Zımparalama ve cilalama işlemleri sırasında, kuvvet yanlış aılı uygulandığında, metal halka üzerinde bir bölgede metalin daha fazla parladığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle, örnekler 90 derece döndürülerek cilalanmıştır. Böylece uygulanan kuvvetin kontrolü mümkün olmuştur (90).

Başlangıç mikrosertlik değerleri, yüzeyde prizmatik minenin (20-30 μ m) bulunması nedeniyle değişiklik gösterebilmektedir (86). Çalışmamızda, zımparalama ve cilalama sonucunda bu tabaka kaldırılmıştır. Bu nedenle,

grupların ortalama mikrosertlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Mikrosertlik cihazındaki direkt aydınlatma yoğunluğu ya da aydınlatma açısı değiştirildiğinde çentik değerlerinin yanlış ölçülmesi sonucu değişik mikrosertlik ölçümleri elde edilebilmektedir. Bu nedenle, mikrosertlik cihazı üzerindeki mikroskobun aydınlatma yoğunluğu çalışmamız süresince sabit tutulmuştur. Mikroskobun netlik ayarında bir sapma olması sonucunda, çentiğin genişliği farklı görülebilmektedir (99). Ölçümler alınırken netliğin sağlanabilmesi için, çentiğin ortasından köşelere kadar ışık yoğunlaştırılmıştır. Islak mine yüzeyinden ışığın kırılmasının engellenmesi için mine örnekleri tam olarak kurutulmuştur.

Çeşitli araştırmalarda, mine demineralizasyonu ölçümü için kesit mikrosertlik testi uygulanmıştır (110, 118). Bunların pek çoğu Knoop mikrosertlik test cihazı ile yapılmıştır. Phillips ve Swartz (1948), Knoop ölçümlerinde çentik uzunlukları çok net olarak ölçülebilse bile araştırmacılar arasında farklı sertlik değeri okunabileceğini bildirmiştir (99). Çalışmamızda, mikrosertlik testi, Vickers ucu bulunan bir test cihazı ile yapılmıştır. Mikrosertlik değerleri, baklava şeklinde olması gereken Vickers çentiği elde edildiği zaman okunmuştur.

Mikrosertlik değerleri, dişten dişe değişiklik gösterebileceği gibi aynı dişin değişik bölgelerinde de farklı olabilmektedir. Bu nedenle, minenin mikrosertlik değerinin tek bir ölçümle saptanamayacağı belirtilmiştir (99). Çalışmamızda, her derinlikte, 3 değişik bölgeden ölçüm alınmıştır. Bu 3 ölçümün ortalaması alınarak tek bir değer elde edilmiş ve istatistiklerde, bu değer kullanılmıştır.

Çalışmalarda, erozyon lezyonu oluşturulmasında pH değeri düşük meyve sularının kısa süreli uygulamaları görülürken çalışmamızda sitrik asit kullanılmıştır (73, 88, 93). Sitrik asitin, bir karboksil grubundan fazlasını içeren asitlerin kimyasal yapısından kaynaklanan ve kalsiyumu bağlama kapasitesi olarak tanımlanan şelasyon özelliği, fosforik ve maleik asitten daha yüksek olduğu için bu asit daha erozivdir (86).

Mine yüzeyinin asitlenmesi sonucunda, asidin türü, pH değeri ve uygulama süresine bağlı olarak 3 tipte asitlenme yüzeyi gözlenebilmektedir: Tip 1: Mine prizmalarının merkezinde yıkım olmaktadır. Tip 2: Prizmalar arası bölgede de yıkım olmaktadır. Tip 3: Karışık tiptir (120).

Meurman ve Frank (1991), pH değeri 2.84 olan sitrik asidi 15, 30, 120 ve 180 dakikalık sürelerle uygulamış, 15 dakikalık uygulama sonucunda, başlangıç erozyonu lezyonunun karakteristik mine çözünmesini gösterdiğini ve bu süre içinde, prizma kını ile merkezinin etkilendiğini belirtmişlerdir (86). Bu nedenle, çalışmamızda pH değeri 2.84 olan sitrik asit çözeltisi 15 dak. süreyle uygulanmıştır.

Minede demineralizasyonun incelendiği in vitro ve in vivo birçok çalışma bulunmaktadır. Yapılan in vivo çalışmalarda, demineralizasyon ortamının doğal olmasına karşın hasta iletişimi, hastanın tükürük kompozisyonu ve diyet içeriği gibi unsurlarda standardizasyon sağlanabilmesi zor olmaktadır. Bunlar gibi değişkenlerin fazlalığı, araştırmanın kontrolünü güçleştirmekte, sonuçların yorumlanmasında problemler yaratmaktadır (37). İn vitro çalışmalarda ise yorumlanması daha kolay genel sonuçlara ulaşılabilir. Demineralizasyonun gözlemlenmesi için yapılan in-vitro çalışmalar, genellikle insan ya da sığır dişlerinin kullanıldığı, yapay demineralizasyon ve remineralizasyon sikluslarının uygulandığı çalışmalardır (121).

İn-vivo ortamda, karbonhidratların tüketimi sonucu plak pH'sı düşmekte ve sonrasında yavaş ve kademeli olarak yükselmektedir. Gün boyunca 30 dakikalık pH düşmeleri ve aralarda dinlenme periyotları olmaktadır. Mine kristallerinden kalsiyum ve fosfat iyonlarının ayrılması, kristallerin demineralizasyonu, bu pH'ya bağlıdır. pH değişimi, demineralizasyon ve remineralizasyon olaylarının birbirini takip etmesine neden olmaktadır. Bu ağız içi değişimler, in-vitro çalışmalarda tekrarlanmaya çalışılmıştır (122).

Featherstone ve ark.'nın (1990) yaptığı çalışmada, mine örnekleri 6 saat demineralizasyon, 17 saat remineralizasyon çözeltisinde bekletilmiştir (123). Chow ve ark.'nın (1992) çalışmasında, örnekler, 12 gün boyunca 2 kez 30'ar

dakika demineralizasyon çözeltilinde, kalan sürede remineralizasyon çözeltilinde bırakılmıştır (124). Robinson ve ark. (1992), örneklere 3 ana öğünü taklit edecek şekilde 3*20 dak. demineralizasyon çözeltisi, diğer sürelerde ise remineralizasyon çözeltisi uygulanan bir pH siklusunu 1 gün süreyle devam ettirmiştir (125).

Çalışmamızda, Sözer ve Doğan'ın (2001) araştırmasındaki gibi, örneklere araştıma süresince her gün 15 saatte, 5 kez 5'er dakika demineralizasyon çözeltisi uygulanmıştır (95). pH düşüşleri, gün boyunca alınması olası ana ve ara öğünlere göre düzenlenmiştir. Örnekler, hastanın 3 ana öğün dışında atıştırma alışkanlıkları düşünülerek ayrıca 2 ara öğün aldığı savı ile 5 kez demineralizasyon çözeltiline tabi tutulmuştur. Bunun dışında kalan sürelerde örnekler, remineralizasyon çözeltisi içinde bırakılmıştır. Demineralizasyon çözeltisi uygulanmayan 9 saatlik dinlenme süresince ise uyku dönemi düşünülmüş ve bu süre içinde de örnekler, remineralizasyon çözeltilinde saklanmıştır. Siklus bir hafta süresince devam ettirilmiştir.

Çalışmamızda, gruplardaki örneklerin BMSD (başlangıç mikrosertlik değerleri) ortalamaları arasındaki farklar, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Gutierrez-Salazar ve Reyes-Gasga (2001) yaptıkları çalışmada, küçük azı dişlerine 15 sn. boyunca 25 gr. kuvvet uyguladıklarında sağlam mine yüzeyinin mikrosertlik değerini 268-375 VSD olarak bulmuştur (83). Gaspersic (1995) oklüzal mine yüzeyi mikrosertliğini 359.5 - 424.3 VSD, Ryge ve ark. (1961) 254 – 348 VSD, Reyes-Gasga ve Gutierrez-Salazar (2001) 254 – 383 VSD olarak belirtmiştir (126, 127, 128). Çalışmamızda, örneklerin başlangıç mikrosertlik değerleri, bu değerlere benzer bulunmuştur.

Demineralizasyon ve remineralizasyon siklusu sonrası, mine örneklerine kesit mikrosertlik testi uygulanmıştır. Kesitler üzerinde mikrosertlik ölçümlerinin yapılacağı derinlikler, 20 µm, 30 µm, 50 µm, 70 µm ve 90 µm olarak belirlenmiştir. BMSD ile bu derinliklerdeki mikrosertlik değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

20 µm derinlikte, en yüksek ve BMSD'ye en yakın değerler grup 5 (Icon (60)), grup 6 (Icon (90)) ve grup 7'de (Icon (120)) bulunmuş ve bu değerlerin birbirlerine çok yakın olduğu görülmüştür. En düşük değerler ise sitrik asit sonrası hiçbir materyal uygulanmayan grup 1'dedir (Kontrol). Grupların BMSD ve 20 µm'deki ortalama mikrosertlik değerleri arasındaki farkı karşılaştırıldığında, Grup 2 (Clearfil SE) ile Grup 5 (Icon 60), grup 6 (Icon 90), grup 7 (Icon 120) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur .

30 µm derinlikte en yüksek değerler yine grup 5 (Icon (60)), grup 6 (Icon (90)) ve grup 7'de (Icon (120)), en düşük değerler grup 2'dedir (Clearfil SE Bond). Grup 2'deki değerler grup 1'den düşük bulunmuştur. BMSD ve grupların 30 µm'deki ortalama mikrosertlik değerleri arasındaki farkları karşılaştırıldığında, Grup 2 (Clearfil SE) ile Grup 5 (Icon 60) ve grup 6 (Icon 90) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

50 µm derinlikte en yüksek değerler, grup 5 (Icon (60)) ve grup 6'da (Icon (90)), en düşük değerler grup 4'te (Helioseal F) bulunmuştur. Grup 4'ün değerleri grup 1'e yakındır. BMSD ve grupların 50 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri arasındaki farkları karşılaştırıldığında, Grup 4 (Helioseal) ile Grup 5 (Icon 60) ve grup 6 (Icon 90) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

70 µm derinlikte, en yüksek değerler Grup 2 (Clearfil SE Bond), grup 5 (Icon (60)) ve grup 7'de (Icon (120)), BMSD'ye en uzak değerler grup 1 (Kontrol) ve 4 (Helioseal F)'te bulunmuştur. BMSD ile grupların 70 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri arasındaki farklar karşılaştırıldığında, Grup 2 (Clearfil SE) ile Grup 1 (Kontrol) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

90 µm derinlikte, en yüksek değerler grup 2'de (Clearfil SE Bond), en düşük değerler ise grup 4 (Helioseal F)'te görülmüştür ve grup 1 (Kontrol) 'den düşüktür. BMSD ve grupların 90 µm derinlikteki ortalama mikrosertlik değerleri

arasındaki farklar karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Erozyon lezyonlarında, diş sert dokusunun yüzeyden kaybıyla birlikte görülen demineralizasyon, in vitro koşullarda, diş yüzeyinin yumuşamasının ölçülmesiyle gözlemlenebilmektedir. Başlangıç çürüklerinin yeniden sertleşmesi, kısmen çözülmüş apatit kristallerinin yeniden büyümesi olarak tanımlanan “remineralizasyonun” bir sonucu olarak görülürken erozyon lezyonlarında “remineralizasyon” terimi yerine onarım anlamına gelen “repair” veya “rehardening (yeniden sertleşme)”i kullanmak daha uygundur. Erozyon lezyonlarındaki yeniden sertleşme olgusu, brushite ve dikalsiyum fosfat gibi zayıf çözünlüğe sahip değişik kalsiyum fosfatların mine matrisine çökmesi olarak tanımlanmaktadır. Asitlenmiş sağlam mine yüzeylerine uygulanan örtücüler, bu yüzeylerin asit ataklarına karşı direncini büyük ölçüde arttırmaktadır (129).

Çalışmamızda, BMSD ve 5 farklı derinlikte grupların ortalama mikrosertlik değerleri arasındaki farklar karşılaştırıldığında, rezin infiltranı olan Icon materyalinin mine erozyonu lezyonlarına uygulanan diğer materyallere göre daha fazla mikrosertlik kazandırdığı, yeniden sertleşme sağladığı görülmüştür.

Rezin infiltrasyonu, kapiller kuvvetler sayesinde gerçekleştiği için minedeki porların çapı ve hacmi, rezinin penetrasyon hızını etkilemektedir (130). Minenin yüksek derecede mineralize olmuş, küçük porlar içeren yüzey tabakası, infiltrasyon için bir engel oluşturmaktadır (56). Başlangıç evresindeki mine lezyonlarının yüzey tabakası, sağlam mineye göre 10 ila 50 kat daha fazla por içermektedir (131). Doğal dişlerde yüzey tabakasının ortalama kalınlığı 40 µm ve mineral içeriği %83'tür (51). İdeal infiltrasyon, bu tabakanın kaldırılması veya perforasyonu ile gerçekleşmektedir. Paris ve ark.'nın (2007) çalışmasında, mine örneklerinde asitleme öncesinde hiçbir penetrasyon görülmezken yüzey tabakasının tamamının kaldırıldığı örneklerde penetrasyon görülmüştür (56). Asit uygulamasıyla yüzey tabakasının kaldırılması, yüzey pürüzlülüğünü artırarak yüzeyaltı lezyonuna mineral iyonlarının geçişini sağlamaktadır (132).

Bazı çalışmalarda, asitleme sonrası başlangıç evresindeki yüzeyaltı lezyonlarında remineralizasyonun arttığı görülmüştür (133).

Paris ve ark.'nın (2007) çalışmasında, 120 sn. boyunca %15'lik hidroklorik asit uygulaması yapılan dişlerdeki rezin penetrasyonu, %37'lik fosforik asit uygulanan dişlerdekine göre daha fazladır, yalnız örneklerin hepsinde yüzey tabakası tamamen kaldırılamamıştır (56). Meyer-Lueckel ve ark.'nın (2007) çalışmasında, 30-120 sn. uygulanan %37'lik fosforik asit yüzey tabakasını kaldırmada yeterli olmamıştır. 90-120 sn. uygulanan %15'lik HCl jeli ise yüzey tabakasının tamamını kaldırmıştır. 120 sn. HCl ile asitleme işlemi, örneklerin %70'inde yüzey tabakasının %90'ını kaldırmıştır (3). Bundan dolayı, daha fazla uygulama süresi gerektiği belirtilmiştir (56). Belirtilenin aksine, çalışmamızda, %15'lik HCl olan Icon-Etch'in 60, 90 ve 120 sn.'lik uygulamalarında hiçbir derinlikte mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Fissür örtücüler, mineye uygulandıklarında yüzeyde bir difüzyon engeli oluştururken, infiltrasyon tekniğinde lezyonun içerisinde bir difüzyon engeli oluşturulmakta, çözülmüş mineralin yerini rezin almaktadır (56). Fosforik asidin uygulanma süresinin yetersiz olması veya yüzey tabakasının tamamını kaldıramaması, çalışmamızda, grup 3 (Fissurit FX) ve grup 4 (Helioseal F)'ün mikrosertlik değerleri ortalamasının 50, 70 ve 90 μm 'de düşük bulunmasının nedeni olabilir.

Meyer-Lueckel ve ark.'nın (2006) çalışmasında, fissür örtücü olan Helioseal'in lezyon gövdesine penetrasyonunun başarılı olduğu ve homojen rezin tabakaları oluşturduğu görülürken, dental adeziv olan Excite'in penetrasyonunun daha fazla olduğu belirtilmiştir. Bu da içerdiği etanole bağlıdır. Etanol, adezivin vizkozitesini azaltmakta ve kavitenin tabanında kalabilecek suyla yer değiştirmektedir. Bununla beraber, çözücülerin uçuculuk özellikleri, porların tamamının dolmamasına neden olmaktadır. (65)

Mueller ve ark.'nın (2006) yaptıkları çalışmada, self-etching özelliği gösteren Adper Prompt L-Pop'un asitleyicilik özelliğinin yüzey tabakasında

Çözünme oluşturacak kadar yeterli olmadığı ve bu sebepten penetrasyonda başarısız olduğu görülmüştür. Solobond M'in penetrasyonunun ise lezyon gövdesinin sadece bir kısmına kadar olduğu ve yüzey tabakasının 50 µm altına kadar ulaşabildiği bildirilmiştir (6). Dental adeziv olan aseton bazlı Solobond M'in lezyonlara penetrasyonu başarılı bulunmamıştır (65).

Yüksek mikrosertlik değerine sahip mine örnekleri, daha yüksek mineralizasyona sahip olabilmekte ve self-etching primerin zayıf asidik monomeriyle daha az asitlenebilmektedir (117). Çalışmamızda 20 µm, 30 µm ve 50 µm derinliklerinde, grup 2 (Clearfil SE Bond)'nin mikrosertlik değeri ortalamasının kontrol grubu ile anlamlı fark gösterememesi, içerdiği etanole rağmen Clearfil SE Bond'un bu derinliğe ulaşamadığını ve self-etching primerinin asitleyicilik özelliğinin yeterli olmadığını kanıtlamaktadır.

Bütün bu araştırmalar doğrultusunda, rezin infiltranı olan Icon materyalinin erozyon lezyonlarında daha fazla yeniden sertleşme sağlamanın nedenlerinin, yüksek penetrasyon katsayısına sahip düşük vizkoziteli bir rezin olması, lezyonlara HCl asit olan Icon-etch'in uygulanması ve Icon-Dry'ın içerdiği etanolün, rezinin vizkozitesini azaltması sonucu rezin penetrasyonunun artması olduğu düşünülebilir.

6. SONUÇLAR

1. Mine yüzeylerinde oluşturulmuş erozyon lezyonlarına farklı materyallerin uygulanması sonrası, hiçbir örnekte başlangıç mikrosertlik değerine ulaşılammıştır.

2. Dental adeziv olan Clearfil SE Bond materyali, erozyon lezyonlarını yeniden sertleştirmede başarılı değildir.

3. Fissür örtücü olan Helioclear ve Fissurit FX, erozyon lezyonlarını yeniden sertleştirmede, rezin infiltranı olan Icon kadar etkin olamamıştır.

4. Icon-etch'in farklı sürelerde (60, 90 ve 120 sn.) uygulanması, örneklere aynı miktarda mikrosertlik kazandırmıştır.

5. 90 µm'de grupların BMSD ve ortalama mikrosertlik değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, Icon materyali bu derinlikte, yeniden sertleşme için yeterli olamamıştır.

6. 20 µm, 30 µm ve 50 µm'de, Clearfil SE Bond grubunun mikrosertlik değeri ortalaması, kontrol grubu ile istatistiksel olarak anlamlı fark gösterememiştir.

7. Clearfil SE Bond dışındaki tüm materyaller, başlangıç evresindeki mine lezyonlarına uygulandıklarında yeniden sertleşme sağlamaktadır.

7. KAYNAKLAR

- 1) Featherstone JDB. The science and practice of caries prevention. J Am Dent Assoc, 131: 887-899, 2000.
- 2) Silverstone LM. Structure of carious enamel, including the early lesion. Oral Sci Rev, 3: 100-160, 1973. (3.'den)
- 3) Meyer-Lueckel H, Paris S, Kielbassa AM. Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration. Caries Res, 41: 223-230, 2007.
- 4) Young DA, Kutsch VK, Whitehouse J. A clinician's guide to CAMBRA: a simple approach. Compend Contin Educ Dent, 30(2): 92-105, 2009.
- 5) Mejare I, Kallestal C, Stenlund H, Johansson H. Caries development from 11 to 22 years of age: a prospective radiographic study. Prevalence and distribution. Caries Res, 32: 10-16, 1998.
- 6) Mueller J, Meyer-Lueckel H, Paris S, Hopfenmuller W, Kielbassa AM. Inhibition of lesion progression by the penetration of resins in vitro: Influence of the application procedure. Oper Dent, 31(3): 338-345, 2006.
- 7) Goepferd SJ, Olberding P. The effect of sealing white spot lesions on lesion progression in vitro. Pediatr Dent, 11(1): 14-16, 1989.
- 8) Ekstrand KR, Martignon S. Managing approximal carious lesions: A new non-operative approach. Caries Res, 38(4): 357-412, 2004.
- 9) Schwartz RS, Hilton TJ. Caries Management and Pulpal Considerations. In: Summitt JB, Robbinbs JW, Schwartz RS. Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach (2nd ed.). Quintessence, IL, pp 51-66, 2001.
- 10) Bader JD, Rozier G, Harris R, Lohr KN. Dental Caries Prevention: The physician's role in child oral health systematic evidence review. Rockville (MD), 29, 2004.
- 11) Icon[®] scientific documentation. DMG, Hamburg, Germany, 2009.
- 12) Piesco NP, Simmelink J. Histology of Enamel. In: Avery JK. Oral Development and Histology (3rd ed.). Thieme, New York, pp 153-171, 2002.
- 13) Nicholson JW. Biologic Considerations. In: Summitt JB, Robbinbs JW, Schwartz RS. Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach (2nd ed.). Quintessence, IL, pp 1-25, 2001.
- 14) Featherstone JD. Dental caries: a dynamic process. Aust Dent J, 53 (3): 286-291, 2008.

- 15) Kutsch VK. Dental caries: a new look at an old disease. *Inside Dentistry*, 5(5): 60-65, 2009.
- 16) Jenson L, Budenz AW, Featherstone JD, et al. Critical protocols for caries management by risk assessment. *J Calif Dent Assoc*, 35(10): 714-723, 2007.
- 17) Fontana M., Zero DT. Assessing patients' caries risk. *J Am Dent Assoc*, 137(9): 1231-1239, 2006.
- 18) Bartlett DW, Bureau GP, Anggiansah A. Evaluation of the pH of a new carbonated soft drink beverage: an in vivo investigation. *J Prosthodont*, 12(1): 21-25, 2003.
- 19) Sharma S, Kugel G. Amorphous calcium phosphate sealants-the potential to remineralize. *Inside Dentistry*, 5(5): 78-80, 2009.
- 20) Oong EM, Griffin SO, Kohn WG, et al. The effect of dental sealants on bacteria levels in caries lesions: a review of the evidence. *J Am Dent Assoc*, 139(3): 271-278, 2008.
- 21) Beauchamp J, Caufield PW, Crall JJ, et al. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc*, 139(3): 257-268, 2008.
- 22) Higham S. Caries process and prevention strategies: Demineralization/Remineralization. Crest, Oral-B Continuing Education Course, 2011.
- 23) Kielbassa AM, Paris S, Lussi A, Meyer-Lueckel H. Evaluation of cavitations in proximal caries lesions at various magnification levels in vitro. *J Dent*, 34: 817-822, 2006.
- 24) Silverstone LM, Hicks MU, Featherstone MJ. Dynamic factors affecting lesion initiation and progression in human dental enamel. I. The dynamic nature of enamel caries. *Quintessence Int*, 19: 683-711, 1988.
- 25) Robinson C, Shore RC, Brookes SJ, Strafford S, Wood SR, Kirkham J. The chemistry of enamel caries. *Crit Rev Oral Biol Med*, 11: 481-495, 2000.
- 26) Arends J, Jongebloed W, Ogaard B, Rolla G. SEM and microradiographic investigation of initial enamel caries (Abstract). *Scand J Dent Res*, 95(3): 193-201, 1987.
- 27) Roberson TN, Lundeen TF. Cariology: The Lesion, Etiology, Prevention, and Control. In: Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry* (5th ed.). Elsevier, Mosby, pp 63-130, 2006.

- 28) Fejerskov O, Kidd EAM, Nyvad B, Baelum V. Defining the disease: an introduction. In: Fejerskov O, Kidd EAM. Dental caries: the disease and its clinical management. Blackwell Munksgaard, Copenhagen, pp 3-7, 2003.
- 29) Marcusson A, Norevall LI, Persson M. White spot reduction when using glass ionomer cement for bonding in orthodontics: a longitudinal and comparative study. *Eur J Orthod*, 19: 233-42, 1997.
- 30) Mattousch TJ, van der Veen MH, Zentner A. Caries lesions after orthodontic treatment followed by quantitative light-induced fluorescence: a 2-year follow-up. *Eur J Orthod*, 29: 294-298, 2007.
- 31) Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding (Abstract). *Am J Orthod*, 81: 93-98, 1982.
- 32) Ogaard B, ten Bosch JJ. Regression of white spot enamel lesions: a new optical method for quantitative longitudinal evaluation in vivo. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 106: 238-242, 1994. (30.'dan)
- 33) Ekanayake LS, Sheiham A. Reducing rates of progression of dental caries in British schoolchildren. A study using bitewing radiographs. *Br Dent J*, 163: 265-269, 1987. (30.'dan)
- 34) Derks A, Katsaros C, Frencken JE, van't Hof MA, Kuijpers-Jagtman AM. Caries-inhibiting effect of preventive measures during orthodontic treatment with fixed appliances. A systematic review. *Caries Res*, 38: 413-420, 2004.
- 35) Øgaard B, Alm AA, Larsson E, Adolfsson U. A prospective, randomized clinical study on the effects of fluoride/stannous fluoride toothpaste/mouthrinse on plaque, gingivitis and initial caries lesion development in orthodontic patients. *Eur J Orthod*, 28: 8-12, 2006.
- 36) Øgaard B, Larsson E, Henriksson T, Birkhed D, Bishara SE. Effects of combined application of antimicrobial fluoride varnishes in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 120:28-35, 2001.
- 37) Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Benson BJ. Reducing white spot lesions in orthodontic populations with fluoride rinsing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 101: 403-7, 1992.
- 38) 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 Craniofac Res*, 7: 205-10, 2004.
- 39) Shungin D, Olsson AI, Persson M. Orthodontic treatment-related white spot lesions: A 14-year prospective quantitative follow-up, including bonding material assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 136: 1-8, 2009.
- 40) Büyükyılmaz T, Ogaard B. Caries-preventive effects of fluoride releasing materials. *Advances in Dental Research*, 9: 377-383, 1994.

- 41) Ogaard B, Bishara SE, Duschner H. Enamel effects during bonding-debonding and treatment with fixed appliances. In: Graber TM, Eliades T, Athanasiou AE (eds.) Risk management in orthodontics: experts' guide to malpractice. Quintessence, Chicago, pp 19-46, 2004. (35.'den)
- 42) Nielsen LA. Caries progresiion I det primaere tandsaet fra 3- til 7-arsalderen (abstract in English). Dan Dent J, 105: 704-711, 2001. (47.'den)
- 43) Featherstone JDB. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. Community Dent Oral Epidemiol, 27: 31-40, 1999. (95.'den)
- 44) Paterson RC, Watts A, Saunders WP, Pitts NB. Modern concepts in the diagnosis and treatment of fissure caries. Quintessence Pub co, Chicago, 1989. (102.'den)
- 45) Banting D, Papas AS, Clark DC, et al. The effectiveness of 10% chlorhexidine varnish treatment on dental caries incidence in adults with dry mouth. Gerontology, 17(2): 67-76, 2000.
- 46) Caglar E, Kavaloglu O, Kuscu O, et al. Effect of chewing gums containing xylitol or probiotic bacteria on salivary mutans streptococci and lactobacilli. Clin Oral Invest, 11(4): 425-429, 2007.
- 47) Kielbassa AM, Müller J, Gernhardt CR. Closing the gap between oral hygiene and minimally invasive dentistry: A review on the resin infiltration technique of incipient (proximal) enamel lesions. Quintessence Int, 40(8): 663-681, 2009.
- 48) Robinson C, Brookes SJ, Kirkham J, Wood SR, Shore RC. In vitro studies of the penetration of adhesive resins into artificial caries-like lesions. Caries Res, 35: 136-141, 2001.
- 49) Davila JM, Buonocore MG, Greeley CB, Provenza DV. Adhesive penetration in human artificial and natural white spots. J Dent Res, 54: 999-1008, 1975.
- 50) Robinson C, Hallsworth AS, Weatherell JA, Kunzel W. Arrest and control of carious lesions: A study based on preliminary experiments with resorcinol-formaldehyde resin. J Dent Res, 55: 812-818, 1976.
- 51) Bergman G, Lind PO. A quantitative microradiographic study of incipient enamel caries. J Dent Res, 45: 1477-1484, 1966.
- 52) Robinson C, Shore RC, Bonass WA, Brookes SJ, Boteva E, Kirkham J. Identification of human serum albumin in human caries lesions of enamel: The role of putative inhibitors of remineralization. Caries Res, 32: 193-199, 1998.
- 53) Lee CQ, Shey Z, Cobb CM. Microscopic appearance of enamel white-spot lesions after acid etching (Abstract). Quintessence Int, 26: 279-284, 1995.

- 54) Asmussen E. Penetration of restorative resins into acid etched enamel. I. Viscosity, surface tension and contact angle of restorative resin monomers (Abstract). *Acta Odontol Scand*, 35: 175-182, 1977. (47.'den)
- 55) Paris S, Dörfer CE, Meyer-Lueckel H. Surface conditioning of natural enamel caries lesions in deciduous teeth in preparation for resin infiltration. *J Dent*, 38: 65-71, 2010.
- 56) Paris S, Meyer-Lueckel H, Kielbassa AM. Resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res*, 86(7): 662-666, 2007.
- 57) Paris S, Meyer-Lückel H. Influence of application frequency of an infiltrant on enamel lesions. *J Dent Res*, 87(Spec Iss B): 1585, 2008.
- 58) Bayne SC, Thompson JY, Taylor DF. Dental Materials. In: Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry* (5th ed.). Elsevier, Mosby, pp 133-226, 2006.
- 59) Tay FR, Sano H, Carvalho R, Pashley EL, Pashley DH. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. *J Adhes Dent*, 2: 83-98, 2000. (134.'den)
- 60) Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives, part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater*, 17: 430-44, 2001. (134.'den)
- 61) Miller MB. Self-etching adhesives: solving the sensitivity conundrum. *Pract Proced Aesthet Dent*, 14: 406, 2002. (134.'den)
- 62) Ripa LW. Dental materials related to prevention-fluoride incorporation into dental materials: reaction paper. *Adv Dent Res*, 5: 56-59, 1991.
- 63) Simonsen RJ. Retention and effectiveness of dental sealant after 15 years. *J Am Dent Assoc*, 122(10): 34-42, 1991. (6.'dan)
- 64) Schmidlin PR, Zehnder M, Zimmermann MA, Zimmermann J, Roos M, Roulet JF. Sealing smooth enamel surfaces with a newly devised adhesive patch: A radiochemical in vitro analysis. *Dent Mater*, 21(6): 545-550, 2005.
- 65) Meyer-Lueckel H, Paris S, Mueller J, Coelfen H, Kielbassa AM. Influence of the application time on the penetration of different dental adhesives and a fissure sealant into artificial subsurface lesions in bovine enamel. *Dent Mater*, 22(1): 22-28, 2006.
- 66) Paris S, Meyer-Lueckel H, Mueller J, Hummel M, Kielbassa AM. Progression of sealed initial bovine enamel lesions under demineralizing conditions in vitro. *Caries Res*, 40(2): 124-129, 2006.
- 67) Morphis TL, Toumba KJ, Sygidakis NA. Fluoride pit and fissure sealants: a review. *Int J Paediatr Dent*, 10: 90-98, 2000.

- 68) Litonjua LA, Andreana S, Bush PJ, Cohen RE. Tooth wear: attrition, erosion, and abrasion. *Quintessence Int*, 34: 435-446, 2003. (135.'den)
- 69) Cengiz S, Cengiz MI, Saraç YS. Dental erosion caused by gastroesophageal reflux disease: a case report. *Cases J*, 22: 8018, 2009.
- 70) Bolan M, Ferreira MC, Vieira RS. Erosive effects of acid centerfilling chewing gum on primary and permanent enamel. *J Indian Soc Pedod Dent*, 26: 149-152, 2008.
- 71) Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon MEJ. Soft drinks and dental health: a review of the current literature. *J Dent*, 34: 2-11, 2006. (135.'den)
- 72) Collys K, Cleymaet R, Coomans D, Slop D. Acid-etched enamel surfaces after 24h exposure to calcifying media in-vitro and in-vivo. *J Dent*, 19: 230-235, 1991. (90.'dan)
- 73) Noack MJ. REM-Untersuchungen an Erosionen der Zahnhartsubstanzen in-vivo. *Dtsch Zahnarzt Z*, 44(7): 517-520, 1989. (90.'dan)
- 74) Moazzez R, Smith BG, Bartlett DW. Oral pH and drinking habit during ingestion of a carbonated drink in a group of adolescents with dental erosion. *J Dent*, 28: 395-397, 2000.
- 75) Johansson AK, Lingstrom P, Birkhed D. Comparison of factors potentially related to the occurrence of dental erosion in high- and low-erosion groups. *Eur J Oral Sci*, 110: 204-211, 2002.
- 76) Lussi A, Jaeggi T, Schaffner. Diet and dental erosion. *Nutrition*, 18: 780-781, 2002.
- 77) Grenby TH. Lessening dental erosive potential by product modification. *Eur J Oral Sci*, 104: 221-228, 1996.
- 78) Hughes JA, Jandt KD, Baker N et al. Further modification to soft drinks to minimise erosion. A study in situ. *Caries Res*, 36: 70-74, 2002.
- 79) Larsen MJ, Nyvad B. Enamel erosion by some soft drinks and orange juices relative to their pH, buffering effect and contents of calcium phosphate. *Caries Res*, 33: 81-87, 1999.
- 80) West NX, Hughes JA, Parker DM et al. Development of low erosive carbonated fruit drinks 2. Evaluation of an experimental carbonated blackcurrant drink compared to a conventional carbonated drink. *J Dent*, 31: 361-365, 2003.
- 81) Beiraghi S, Atkins S, Rosen S et al. Effect of calcium lactate in erosion and *S.mutans* in rats when added to Coca Cola. *Pediatr Dent*, 11: 312-315, 1989.

- 82) Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res*, 38 (Suppl. 1): 34–44, 2004.
- 83) Gutierrez-Salazar MP, Reyes-Gasga J. Enamel hardness and caries susceptibility in human teeth. *Rev LatinAm Met Mat*, 2001.
- 84) Meurmann JH, Ten Cate JM. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. *Eur J Oral Sci*, 104: 199-206, 1996.
- 85) Jarvinen VK, Rytömaa IJ, Heihonen OP. Risk factors in dental erosion. *J Dent Res*, 70(6): 942-947, 1991.
- 86) Meurmann JH, Frank RM. Progression and surface ultrastructure of in-vitro caused erosive lesions in human and bovine enamel. *Caries Res*, 25: 81-87, 1991. (90.'dan)
- 87) Ten Cate JM, Imfeld T. Dental erosion, summary. *Eur J Oral Sci*, 104: 241-244, 1996.
- 88) Grobler SR, Senekal PJC, Kotze W. The degree of enamel erosion by five different kinds of fruit. *Clin Prev Dent*, 11(5): 23-28, 1989. (90.'dan)
- 89) Zero DT. Etiology of dental erosion- extrinsic factors. *Eur J Oral Sci*, 104: 162-177, 1996. (90.'dan)
- 90) Civelek AA, Soyman M. Mine Erozyonlarında Florürlerin Etkisi. İstanbul Üniversitesi, Doktora tezi, İstanbul, 1997.
- 91) Meurmann JH, Torkko H, Hirvonen J, Koskinen J, Rytömaa İ. Application of a new mechanical properties microprobe to study hardness of eroded bovine enamel in-vitro (Abstract). *Scand J Dent Res*, 98: 568-570, 1990.
- 92) Gedalia I, Davidov I, Lewinstein I, Shapira L. Effect of hard cheese exposure, with and without fluoride pre-rinse, on the rehardening of softened human enamel. *Caries Res*, 26: 290-292, 1992. (90.'dan)
- 93) Barlett DW, Smith BGN, Wilson RF. Comparison of the effect of fluoride and nonfluoride toothpaste on tooth wear in-vitro and the influence of enamel fluoride concentration and hardness of enamel (Abstract). *Br Dent J*, 176: 346-348, 1994.
- 94) Featherstone JDB. Consensus conference on intra-oral models evaluation techniques. *J Dent Res*, 71(Spec Iss): 955-956, 1992. (95.'den)
- 95) Sözer H, Doğan F. Farklı florür konsantrasyonları ve uygulama sıklığının sağlam ve çürük benzeri lezyon oluşturulmuş mine üzerine etkilerinin in vitro incelenmesi. İstanbul Üniversitesi, Doktora tezi, İstanbul, 2001.
- 96) Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent*, 34: 412–419, 2006.

- 97) Cuy JL, Mann AB, Livi KJ, Teaford MF, Weihs TP. Nanoindentation mapping of the mechanical properties of human molar tooth enamel. *Arch Oral Biol*, 47: 281–291, 2002.
- 98) Gerrard WA, Winter PJ. Evaluation of toothpastes by their ability to assist rehardening of enamel in vitro. *Caries Res*, 20: 209-216, 1986. (95.'den)
- 99) Phillips RW, Swartz ML. Effect of fluorides on hardness of tooth enamel. *JADA*, 37(1): 1-13, 1948. (95.'den)
- 100) Newburn E, Timberlake, Pigman W. Changes in microhardness of enamel following treatment with lactate buffer. *J Dent Res*, 2: 293-300, 1959.
- 101) Essyng MA, Bodden WR, Bradley EL, Klourides T, Housh T. Enamel microhardness changes and plaque pH measurements in intra-oral model in humans. *J Dent Res*, 64(8): 1065-1068, 1985.
- 102) Acun G, Arun T. Farklı iki yüzey koruyucunun mine yüzeyinde oluşabilecek demineralizasyon üzerine etkilerinin in-vitro olarak değerlendirilmesi. Yeditepe Üniversitesi, Doktora tezi, İstanbul, 2007.
- 103) Clearfil™ fSE Bond. Instructions for use. Kuraray, Osaka, Japan.
- 104) Fissurit FX. Instructions for use. Voco, Cuxhaven, Germany.
- 105) Heliobond F. Instructions for use. Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein.
- 106) Icon® . Instructions for use. DMG, Hamburg, Germany.
- 107) Almqvist H, Lagerlöf F. Influence of constant fluoride levels in solution on root hard tissue de- and remineralization measured by I125 adsorptiometry. *Caries Res*, 27: 100-105, 1993. (95.'den)
- 108) Almqvist H, Lagerlöf F. Effect of intermittent delivery fluoride to solution on root hard – tissue de- and remineralization measured by I125 adsorptiometry. *J Dent Res*, 72(12): 1593-1598, 1993. (95.'den)
- 109) Davis RD. Patient evaluation and problem-oriented treatment planning. In: Summitt JB, Robbins JW, Schwartz RS. *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach* (2nd ed.). Quintessence, IL, pp 27-50, 2001.
- 110) Gorton J, Featherstone JD. In vivo inhibition of demineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 123: 10-4, 2003.
- 111) Hu W, Featherstone JDB. Prevention of enamel demineralization: An in vitro study using light-cured filled sealant. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 128: 592-600, 2005.

- 112) Nakajima E. Effect of fluoride on rehardening of artificially softened bovine enamel. *Bull of Kanagawa Dent Col*, 21(1): 16-24, 1993. (90.'dan)
- 113) Edmunds DH, Whittaker DK, Green RM. Suitability of human, bovine, equine, and ovine tooth enamel for studies of artificial bacterial carious lesions. *Caries Res*, 22:327-336, 1988. (114.'den)
- 114) Turssi CP, Messias DF, Corona SM, Serra MS. Viability of using enamel and dentin from bovine origin as a substitute for human counterparts in an intraoral erosion model. *Braz Dent J*, 21(4): 332-336, 2010.
- 115) Zero DT, Rahbek I, Fu J, 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. (90.'dan)
- 116) Grobler SR, Du Toit IJ, Basson NJ. The effect of honey on human tooth enamel in-vitro observed by electron microscopy and microhardness measurements. *Archs Oral Biol*, 39(2): 147-153, 1994. (90.'dan)
- 117) Adebayo OA, Burrow MF, Tyas MJ, Adams GG, Collins ML. Enamel microhardness and bond strengths of self-etching primer adhesives. *Eur J Oral Sci*, 118: 191-196, 2010.
- 118) 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: 357-363, 2006., (102.'den)
- 119) Bailey AR. *Introductory Practical Metallography*. 2.ed. Metallurgical Services Lab. Ltd., Surrey, England, pp 3-6, 1970. (90.'dan)
- 120) Hellwig ME, Klimek J, Attin T. *Einführung in die Zahnerhaltung*. Urban & Schwarzenber, Deutschland, 1995. (90.'dan)
- 121) Gillgrass TJ, Creanor SL, Foye RH, Millett DT. Varnish or polymeric coating for the prevention of demineralization? An ex vivo study. *J Orthod*, 28: 291-295, 2001. (95.'den)
- 122) Ten Cate JM. In vitro studies on the effects of fluoride on de- and remineralization. *J Dent Res*, 69 (Spec Iss): 614-619, 1990. (95.'den)
- 123) Featherstone JDB, Glena R, Shariati M, Shields CP. Dependence of in vitro demineralization of apatite and remineralization of dental enamel of fluoride concentration. *J Dent Res*, 69 (Spec Iss): 620-625, 1990. (95.'den)

- 124) Chow LC, Takagi S, Shih S. Effect of a two solution fluoride mouthrinse on remineralization of enamel lesions in vitro. *J Dent Res*, 71(3): 443-447, 1992.
- 125) Robinson C, Kirkham J, Bavestock AC, Share RC. A flexible and rapid pH-cycling procedure for investigations into the remineralization and demineralization behavior of human enamel. *Caries Res*, 26: 14-17, 1992. (95.'den)
- 126) Gaspersic D. Enamel microhardness and histological features of composite enamel pearls of different size. *J Oral Pathol Med*, 24: 153 -158, 1995. (128.'den)
- 127) Ryge G, Foley DE, Faorhurst CW. Micro-indentation hardness. *J Dent Res*, 40: 1116 – 1126, 1961.
- 128) Reyes-Gasga J, Gutiérrez-Salazar MP. Microhardness of human tooth. Submitted to *Journal of Materials Science*, 2001.
- 129) Imfeld T. Prevention of progression of dental erosion by Professional and individual prophylactic measures. *Eur J Oral Sci*, 104: 215-220, 1996.
- 130) Paris S, Meyer-Lueckel H, Colfen H, Kielbassa AM. Penetration coefficients of commercially available and experimental composites intended to infiltrate enamel carious lesions. *Dent Mater*, 23: 742-748, 2007.
- 131) Silverstone LM. The susceptibility to dissolution of fissure-sealed enamel surfaces artificially abraded in vitro. *Helvetica Odontologica Acta*, 17(3): 64-67, 1973. (6.'dan)
- 132) Hicks MJ, Silverstone LM. Internal morphology of surface zones from acid-etched caries-like lesions: a scanning electron microscopic study. *J Dent Res*, 64: 1296-1301, 1985.
- 133) Al-Khateeb S, Exterkate R, Angmar-Mansson B, ten Cate JM: Effect of acid-etching on remineralization of enamel white spot lesions. *Acta Odontol Scand*, 58: 31-36, 2000. (3.'den)
- 134) Perdigao J, Geraldeli S, Hodges JS. Total-etch versus self-etch adhesive: Effect on postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc*, 134: 1621-1629, 2003.
- 135) Torres CP, Chinelatti MA, Gomes-Silva JM, Rizoli FA, Oliveira MA, Palma-Dibb RG, Borsatto MC. Surface and subsurface erosion of primary enamel by acid beverages over time. *Braz Dent J*, 21(4): 337-345, 2010.

8. ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında İstanbul'da doğmuştur. Ortaokul ve lise öğrenimini İstanbul Amerikan Robert Lisesi'nde tamamladıktan sonra, 2004 yılında Yeditepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nde üniversite öğrenimine başlamıştır. 2009 yılında, diş hekimi ünvanını aldıktan sonra aynı yıl içerisinde başladığı Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi, Estetik Anabilim Dalı'ndaki yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.