

T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

**YENİ BİR REZİN İNFİLTRANT ICON®'UN MİKRO - İNVAZİV ÇÜRÜK
TEDAVİSİNDE ETKİNLİĞİNİN İN VİTRO OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Dinemis Alev ALTUNTAŞ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Neşe AKAL

ANKARA
Mayıs 2013

T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

**YENİ BİR REZİN İNFİLTRANT ICON®'UN MİKRO - İNVAZİV ÇÜRÜK
TEDAVİSİNDE ETKİNLİĞİNİN İN VİTRO OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Dinemis Alev ALTUNTAŞ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Neşe AKAL

Bu tez Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından 03/2010-02 proje numarası ile desteklenmiştir.

ANKARA
Mayıs 2013

T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Pedodonti Ana Bilim Dalı doktora programı çerçevesinde yürütölmüş
olan bu çalışma aşğıdaki jüri tarafından doktora tezi olarak kabul
edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 24.05.2013



Prof. Dr. Alev Alaçam
Gazi Üniversitesi
Juri Başkanı



Prof. Dr. Neşe Akal
Gazi Üniversitesi



Prof. Dr. Firdevs Tulga Öz
Ankara Üniversitesi



Prof. Dr. Nurhan Öztas
Gazi Üniversitesi



Doç. Dr. Haluk Bodur
Gazi Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	I
İÇİNDEKİLER	II
Şekiller, Resimler, Grafikler	V
Tablolar	VIII
Semboller ve Kısaltmalar	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Minenin Yapısı	3
2.2. Çürük Oluşumu	5
2.3. Başlangıç Mine Çürüğünün Yapısı	6
2.4. Başlangıç Mine Çürüğünün Önlenmesi ve Tedavi Edici Yaklaşımlar	10
2.4.1. Ağız Hijyeninin Geliştirilmesi	10
2.4.2. Diyetle Karbonhidrat İçeriğinin Kontrolü	12
2.4.3. Asit Atağına Karşı Dişlerin Direncinin Artırılması	13
2.4.3.1. Fluorid	13
2.4.3.2. Kazein Fosfopeptid-Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP)	16
2.4.4. Lazer Uygulamaları	20
2.4.5. Düşük Viskoziteli Rezinler ile İnfiltrasyon Tedavisi	21
	II

2.5. Başlangıç Mine Lezyonuna Uygulanan İnfiltrasyon Yönteminin İn Vitro Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler	27
2.5.1. Mikrosertlik Analizi	27
2.5.2. Yüzey Pürüzlülüğü Analizi	28
2.5.3. Renk Analizi	29
2.5.4. Bağlanma Dayanıklılık Testleri	30
3. GEREÇ VE YÖNTEM	32
3.1. Mine Örneklerinin Hazırlanması	36
3.2. Başlangıç Mine Lezyonlarının Oluşturulması	37
3.3. Deney Materyallerinin Uygulanması	42
3.4. Mikrosertlik Analizi	45
3.5. Yüzey Pürüzlülüğü Analizi	46
3.6. Renk Analizi	47
3.6.1. Materyallerin Başlangıç Mine Lezyonunu Maskeleyen Özelliğinin İncelenmesi	48
3.6.2. Materyallerin Renklenme Özelliklerinin İncelenmesi	49
3.7. Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope-SEM) Analizi	50
3.8. Makaslama Bağlanma Kuvveti Analizi	51
3.9. İstatistiksel Analiz	53
4. BULGULAR	56

4.1. Mikrosertlik ve Yüzey Pürüzlülüğü Analizine Ait Bulguların Robust-CoPlot ile İncelenmesi	56
4.2. Mikrosertlik Analizine Ait Bulgular	63
4.3. Yüzey Pürüzlülüğü Analizine Ait Bulgular	68
4.4. Renk Analizine Ait Bulgular	72
4.4.1. Materyallerin Lezyonu Maskeleye Özelliğinin İncelenmesine Ait Bulgular	72
4.4.2. Materyallerin Renklenme Özelliklerinin İncelenmesi	74
4.5. SEM Analizine Ait Bulgular	77
4.6. Makaslama Bağlanma Kuvveti Deneyine Ait Bulgular	80
5. TARTIŞMA	85
6. SONUÇ	125
7. ÖZET	128
8. SUMMARY	130
9. KAYNAKLAR	132
10. EKLER	152
10.1. Etik Kurulu Onayı	152
10.2. Teşekkür	153
11. ÖZGEÇMİŞ	154

Şekiller, Resimler, Grafikler

Şekil 1: Hidroksiapatitin kristal yapısı	3
Şekil 2: Başlangıç çürük lezyonu	8

Resim 1: Çalışmada kullanılan diş örnekleri	36
Resim 2: Kökleri kesilen diş örnekleri	36
Resim 3: Akril bloklara yerleştirilen diş örnekleri	38
Resim 4: DIAGNOdent PEN cihazı	38
Resim 5: Şablon uygulanmış diş örnekleri ve Diagnodent PEN ile ölçümün yapılışı	39
Resim 6: Rezin infiltrant (Icon®)	42
Resim 7: Işıkla sertleşen fissür örtücü (Helioseal®)	43
Resim 8: Adeziv materyal (Ambar®)	44
Resim 9: Vicker's mikrosertlik ölçüm cihazı	45
Resim 10: Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı	46
Resim 11: Spektrofotometre Cihazı	47
Resim 12: SEM analizi için hazırlanan diş örnekleri	51
Resim 13: Makaslama bağlanma kuvvetinin uygulanması	52
Resim 14: Akışkan kompozit	52
Resim 15: Başlangıç mine lezyonu a. Süt dişi, b. Daimi dişi	78
Resim 16: Ambar®'ın süt dişine bağlanması (Beyaz yıldız Ambar®, beyaz ok başlangıç mine lezyonunu göstermektedir.)	78
Resim 17: Ambar®'ın daimi dişe bağlanması (Beyaz yıldız Ambar®, beyaz ok başlangıç mine lezyonunu göstermektedir.)	78
Resim 18: Helioseal®'ın süt dişine bağlanması (Beyaz yıldız Helioseal®, beyaz ok başlangıç mine lezyonunu göstermektedir.)	79
Resim 19: Helioseal®'ın daimi dişe bağlanması (Beyaz yıldızla gösterilen alan Helioseal®, beyaz ok başlangıç mine lezyonunu göstermektedir.)	79

Resim 20: Icon® uygulanan daimi diş görüntüleri (Beyaz yıldız Icon®, beyaz ok başlangıç mine lezyonunu göstermektedir.)	79
Resim 21: Icon® uygulanan süt diş (Beyaz yıldızla gösterilen alan Icon®, beyaz ok başlangıç mine lezyonunu göstermektedir.)	80
Resim 22: Icon® süt diş örneklerindeki kopma tipleri (a koheziv, b adeziv)	82
Resim 23: Icon® daimi diş örneklerindeki kopma tipleri (a koheziv, b adeziv)	82
Resim 24: Ambar® süt diş örneklerindeki kopma tipleri (a koheziv, b adheziv)	82
Resim 25: Ambar® daimi diş örneklerindeki kopma tipleri (a koheziv, b adheziv)	83

Grafik 1: Daimi diş grubu mikrosertlik ölçümlerinin Robust – CoPlot analizi (kırmızı renk Icon®, mavi renk Heliaseal®, siyah renk Ambar® göstermektedir. 1 nolu vektör: sağlam mine, 2 nolu vektör: başlangıç mine lezyonu, 3 nolu vektör: materyal uygulandıktan sonra, 4 nolu vektör: yeni asit atağı sonrası ölçümlerini gösterir.)	57
Grafik 2: Süt diş grubu mikrosertlik ölçümlerinin Robust – CoPlot analizi (kırmızı renk Icon®, mavi renk Heliaseal®, siyah renk Ambar® göstermektedir. 1 nolu vektör: sağlam mine, 2 nolu vektör: başlangıç mine lezyonu, 3 nolu vektör: materyal uygulandıktan sonra, 4 nolu vektör: yeni asit atağı sonrası ölçümlerini gösterir.)	59
Grafik 3: Daimi diş grubu yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin Robust – CoPlot analizi (kırmızı renk Icon®, mavi renk Heliaseal®, siyah renk Ambar® göstermektedir. 1 nolu vektör: sağlam mine, 2 nolu vektör: başlangıç mine lezyonu, 3 nolu vektör: materyal uygulandıktan sonra, 4 nolu vektör: yeni asit atağı sonrası ölçümlerini gösterir.)	61

Grafik 4: Süt dişi grubu yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin Robust – CoPlot analizi (kırmızı renk Icon®’u- mavi renk Helioseal®’ı- siyah renk Ambar®’ı göstermektedir. 1 nolu vektör: sağlam mine, 2 nolu vektör: başlangıç mine lezyonu, 3 nolu vektör: materyal uygulandıktan sonra, 4 nolu vektör: yeni asit atağı sonrası ölçümlerini gösterir.)	62
Grafik 5: Sağlam mine, başlangıç mine lezyonu, başlangıç mine lezyonuna materyal uygulandıktan sonra (MS), MS yeni asit atağı uygulanması sonrası ölçülen yüzey mikrosertlik değerlerinin birbiriyle ve diş tipleri açısından karşılaştırılması	65
Grafik 6: Sağlam mine, başlangıç mine lezyonu, başlangıç mine lezyonuna MS, MS örneklere yeni asit atağı uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerinin birbiriyle ve süt ile daimi diş açısından karşılaştırılması.....	69
Grafik 7: Materyallerin lezyon maskeleme özelliğinin karşılaştırılması ...	74
Grafik 8: Başlangıç mine lezyonuna uygulanan materyallerin çay, portakal suyu ve kakaolu süt içindeki renk değışikliklerinin diş tipleri ve materyaller yönünden karşılaştırılması	77
Grafik 9: Materyallerin bağlanma kuvveti ve diş tipleri yönünden karşılaştırılması.....	81

Tablolar

Tablo 1: Çalışma dizaynı	34
Tablo 2: Çalışmada kullanılan deney materyalleri.....	35
Tablo 3: DIAGNOdent pen ile değerlendirme skoru.....	40
Tablo 4: Diş örneklerine uygulanan renklendirici içecekler	49
Tablo 5: Yüzey mikrosertlik değerlerinin materyal ve diş tipi yönünden karşılaştırılması.....	64
Tablo 6: Yüzey mikrosertlik ölçümleri arasındaki farkın materyal ve diş tiplerine göre karşılaştırılması	66
Tablo 7: Yüzey pürüzlülüğü değerlerinin materyal ve diş tipi yönünden karşılaştırılması.....	68
Tablo 8: Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri arasındaki farkın materyal ve diş tiplerine göre karşılaştırılması	70
Tablo 9: Materyal ve Diş Tiplerine Göre $\Delta E1$ ve $\Delta E2$ Ölçümlerinin karşılaştırılması.....	73
Tablo 10: Başlangıç mine lezyonuna materyallerin uygulanmasından sonra dişlerin çay, portakal suyu ve kakaolu süt içinde bekletilmesi ile oluşan renk değişimlerinin istatistiksel karşılaştırılması	75
Tablo 11: Materyal ve diş tiplerine göre bağlanma kuvveti sonuçları	80
Tablo 12: Materyal ve Diş Tiplerine Göre Kopma Tiplerinin Değerlendirilmesi	83

Semboller ve Kısaltmalar

SEM	: Scanning Electron Microscope (Taramalı Elektron Mikroskobu)
HAP	: Hidroksiapatit
Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂	: Kalsiyum Hidroksiapatit
Ca⁺²	: Kalsiyum
PO₄⁻³	: Fosfat İyonu
OH⁻	: Hidroksil İyonu
ph	: power of Hydrojen
H⁺	: Hidrojen iyonu
µm	: Mikrometre
mg	: Miligram
F⁻	: Fluor iyonu
FHAP	: Fluorapatit
CaF₂	: Kalsiyum Fluorid
CPP-ACP	: Kazein Fosfopeptid-Amorf Kalsiyum Fosfat
CPP	: Kazein Fosfopeptitler
ACP	: Amorf Kalsiyum Fosfat
CO₂	: Karbondioksit
BisGMA	: Bisfenol-A Glisidildimetakrilat
TEGDMA	: Trietilen Glikol Dimetakrilat
Ra	: Ortalama Pürüzlülük Değeri
Rmax	: Maksimum Pürüzlülük Değeri

Rz	: Beş maksimum yükseklik ve derinliğin pürüzlülük ortalaması
CIE renk sistemi	: Commission Internationale de L'Eclairage renk sistemi
nm	: Nanometre
UDMA	: Üretan Dimetakrilat
mm²	: Milimetrekare
mmol	: Milimol
CaCl₂	: Kalsiyum Klorür
KH₂PO₄	: Potasyum Dihidrojen Fosfat
HCl	: Hidroklorik Asit
gr	: Gram
N	: Newton
mm	: Mili metre
sn	: Saniye
ΔE	: Renk farkı
°C	: Santigrat derece
Mpa	: Megapaskal
CLSM	: Konfokal Lazer Taramalı Mikroskop
Spss	: Statistical Package For Social Sciences

1. GİRİŞ

Konservatif diş hekimliğinde, 'minimal madde kaybı maksimum restorasyon' görüşü bugün bir adım daha ileriye giderek yerini 'minimal invaziv tedaviye' bırakmıştır. Minimal invaziv yaklaşım henüz çürük kavitesi oluşmamış demineralize mine ve dentin dokusunun maksimum düzeyde korunması ilkesi üzerine geliştirilmiştir.¹ Minimal yaklaşımla tedavinin amacı, dişe minimum hasar vererek, sağlıklı diş dokusuna dokunmadan tedavi etmektir.² Böylece diş orijinal anatomik yapısını, gücünü ve estetik görüntüsünü kaybetmemiş olacaktır.

Başlangıç mine lezyonlarının tedavisinde doğal remineralizasyonu uyarmak amacıyla florid uygulaması ile birlikte oral hijyenin geliştirilmesi ve diyetin düzenlenmesi en yaygın kullanılan yöntemdir. Fakat bu uygulamadaki başarı uzun bir periyot sonunda ve hastanın uyumuna bağlı olarak elde edilebilmektedir. Eğer hasta uyumsuz ve karyojenik plağın eliminasyonu başarıyla gerçekleştirilemezse başlangıç mine lezyonu ilerler ve restoratif uygulamalara ihtiyaç duyulabilir.³

Son yıllarda, başlangıç mine lezyonlarının durdurulması ve kontrol altına alınmasında remineralizasyon uygulamalarına oranla daha kısa sürede sonuçlar veren düşük viskoziteli rezinlerle infiltrasyon tedavisi minimal invaziv yaklaşımlar içinde giderek adından bahsedilir bir uygulama haline gelmektedir.⁴

Bu yöntemle başlangıç mine lezyonlarında görülen küçük poröz açıklıklar ve genişlemiş interkristalin boşluklara minenin absorpsiyon özelliğinden faydalanarak düşük viskoziteli rezinlerin infiltrasyonu sağlanmaktadır. Böylece porözlü dokunun kaldırılması yerine

mikroporözitelerin doldurulması lezyonun yüzeyinde değil içinde bir difüzyon bariyeri oluşturulması sağlanır. Bu uygulama sadece mikroporöziteleri azaltmakla kalmamakta, aynı zamanda dokuya mekanik destek kazandırmaktadır. Ayrıca mikroporöziteler rezinle doldurulduğunda opak görüntüsünü kaybederek sağlam mine görüntüsünü de kazanır.⁴

Adeziv ve fissür örtücüler kullanılarak başlangıç mine lezyonunun tedavisinde infiltrasyon yönteminin başarısını araştıran bir çok çalışma yapılmıştır.⁵⁻⁷ Bu çalışmaların birçoğunda materyallerin tamamıyla lezyonu örtemediği böylece iyi bir infiltrasyon sağlanamayarak karyojenik ortamda lezyonun ilerlediği gösterilmiştir.^{7,8}

Başlangıç mine lezyonuna infiltrasyon tedavisinde başarılı yeni bir materyalin şekillendirilmesi için yapılan çalışmalarla hidrofilik, düşük viskoziteli, mekanik ve kimyasal iritanlara karşı dirençli, yüksek penetrasyon özelliği olan, estetik açıdan kabul edilir bir materyalin şekillenmesi sağlanmıştır. 2009 yılı başlarında bu infiltrant Icon® ismiyle piyasada ulaşılabilir hale gelmiştir.

Materyalin başarısı yapılan in vitro⁹⁻¹¹ ve in vivo^{12,13} çalışmalarla ortaya konmaya çalışılmıştır. Ancak bu çalışmalar Icon®'un bir çok özelliğinin insan süt ve daimi dişler üzerindeki etkinliğinin araştırılmasında yetersizdir.

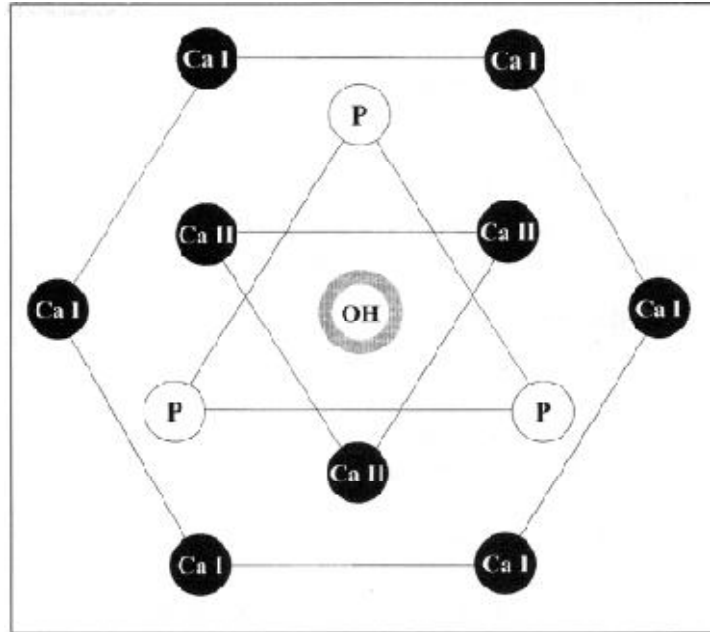
Bu amaçla çalışmamızda materyalin süt ve daimi dişlerdeki başlangıç mine çürüğü üzerine etkinliğini karşılaştırmak için her iki diş grubunda oluşturulan başlangıç mine lezyonlarına rezin infiltrant uygulanarak mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü, renk analizi, bağlanma kuvveti ve SEM görüntüleri değerlendirilmiş, bir fissür örtücü ve bir adeziv ile karşılaştırılması yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Minenin Yapısı

Minenin kimyasal yapısı hacimsel olarak % 11,5 su, % 87,1 inorganik yapı, % 1,4 organik maddeden oluşmaktadır.¹⁴ Histolojik olarak mine-dentin sınırından başlayan ve mine dış yüzeyine kadar uzanan, genişliği 4-6 µm arasında değişen mine prizmaları ile prizma kınları ve prizmalar arası organik matriksten (interprizmatik ara madde) oluşmaktadır.¹⁵ Genel olarak, minenin yüzeye yakın kısmında inorganik maddeler daha yoğun bulunurken, dentine doğru yaklaştıkça organik madde miktarı artmaktadır.¹⁶

Minenin inorganik yapısını hekzagonal şekilde yerleşmiş kalsiyum, fosfat, hidroksil gruplarından oluşan hidroksiapatit (HAP) kristalleri oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: Hidroksiapatitin kristal yapısı¹⁷

Bu HAP kristalleri içerisinde mine kristalinin uzun aksı boyunca organize olmuş olan çok sayıda küçük kristalitler mevcuttur. Bu kristalitler $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ formülasyonundaki Ca^{+2} , PO_4^{-3} ve OH^- gruplarından oluşur.¹⁵

Her bir HAP kristali, komşu kristallerden mikro düzeydeki kristaller arası boşlukla ayrılır. Bu boşluklar su ve organik materyal ile doludur.¹⁸

Organik materyal minenin permeabilitesini şekillendirir. Kristaller arası boşlukların birleşmesi, minede mikropor ya da por olarak adlandırılan bir difüzyon ağının oluşmasına neden olur. Bu yüzden mine mikroporöz bir cisim olarak düşünülebilir. Mikroporların çapı birçok etkene bağlı olarak değişebilmektedir. Örneğin, asit atakları ile kristalin kısmen çözünmesi, kristal boyutlarının küçülmesine ve hem kristaller arası boşlukların hem de dokunun porözitesinin artmasına yol açar. Kısacası mine vücudun en sert dokusu olmasına karşın, bazı bakteri ve sıvılar için geçirgendir. Bu nedenle mine prizmaları ve kristaller arasındaki mikroskobik aralıklar ile mine yapısında bulunan çatlaklar sızıntıya izin verir.¹⁸

Yeni süren dişlerde minenin organik materyal ve su içeriğinin fazla olması plak asitlerinin minenin 200 μm derinliğine sızmasına neden olur. Buna karşın olgun minenin geçirgenliği sadece 20 μm ile sınırlıdır. Organik matriksin hacminin zamanla azalması minenin geçirgenliğini de azaltır.¹⁵

2.2. Çürük Oluşumu

Diş çürüğü kalsifiye dokuların yıkımı ve lokalize çözünmesiyle sonuçlanan dişlerin mikrobiyolojik infeksiyöz bir hastalığıdır.¹⁹

Dişler ağız içerisine sürmeye başladığında tükürükteki glikoproteinler mine yüzeyini kaplayarak pelikül oluştururlar.²⁰ Pelikül streptokokların tutunabilmesi için ideal bir alandır.¹⁹ Eğer dokunulmazsa diş yüzeyinde dinamik değişimler gösteren biyofilm tabakası oluşur.²¹

Tamamen sürmemiş olan dişler fonksiyonel okluzyona gelip çiğnemeye katılana kadar bakteriyel birikime daha fazla açıktırlar. Diş sürene kadar plak-mine ara yüzeyinde mineral çözülmesi ve tekrar depolanması sürekli olarak devam eder. Diş tamamen sürdüğünde ise çiğneme kuvvetiyle diş temizlenebilme özelliğini kazanır ve plak birimi azalır.²²

Karbonhidratların bakteriyel fermantasyonu sonucunda organik asitlerin oluşması ve ortamın pH'sının kritik pH olan 5.5' in altına düşmesi ile apatit çözünürlüğü artar.^{23,24} Plak bakterileri tarafından oluşturulan asitler plak sıvısı içerisine sızarak hidrojen iyon konsantrasyonunun artmasına neden olur ve böylece minede demineralizasyon başlar.^{24,25}

Plağın Ca^{+2} ve PO_4^{-3} ile doymuş halde olmasına rağmen, ortamdaki H^+ konsantrasyonundaki hızlı artış, H^+ iyonlarının minenin yüzey ve yüzey altı bölgelerindeki HAP kristallerini çevreleyen porlardaki sıvıya doğru hızlı bir şekilde itilmesine ve porlara difüzyonuna sebep olur. Bu reaksiyon sonucunda yüzeyel minede mevcut olan Ca^{+2} ve PO_4^{-3}

iyonları da komşu biyofilm tabakasının içerisine doğru, konsantrasyonun tersi yönündeki bir itiş gücüyle itilir. Bu olay mine yüzeyinde demineralizasyon sürecinin başlangıcı olarak ifade edilmektedir. Kısaca demineralizasyon, H^+ iyonlarının plaktan lezyon içerisine, dış yüzeyinden çözünen mineral iyonlarının ise plağa doğru geçişi şeklinde özetlenebilir.²⁶

Mine yapısında mevcut olan kristaller arası bölgeler ise asitlerin mine içerisine difüzyonuna neden olan kanal görevi görür. Minede kristal düzeyinde gerçekleşen bu demineralizasyon için minenin kristal çözünürlüğü kritik bir öneme sahiptir. Ayrıca lezyonun oluşması için, asitlerin mine içine difüzyonu, çözülmüş minerallerin mine dışına çıkması yani kristal düzeyinde bir çözünmenin gerçekleşmesi gerekmektedir.²⁴

Demineralizasyonla birlikte zamanla mine kristallerinin çapları azalır. Mine prizmalarından kristallerin çözünmesini prizma kınlarının çözünmesi takip eder ve mine gittikçe daha poröz bir yapıya dönüşür.¹⁸ Demineralizasyon ilerledikçe prizma periferleri ile mine yapısındaki mine çatlakları lamelleri gibi gelişimsel orijinli yapılar daha da genişler ve minenin derin tabakalarına açılan difüzyon yollarını artırır.²⁴

2.3. Başlangıç Mine Çürüğünün Yapısı

Mine çürüğündeki temel mekanizma mine kristallerinin çözünerek erimesidir.²⁷ pH, kritik pH olan 5,5'den düşük olduğu zaman dişte bulunan kalsiyum, fosfat gibi mineraller tamponlamayı sağlamak için plağın içine doğru hareket ederler. Bu tamponlama olayıyla lokal pH yaklaşık 5'te tutulur. pH 3-4 olduğunda mine yüzeyi aşınır ve pürüzlenir. pH 5'te ise yüzey bozulmadan kalır ve yüzey altı bölgelerden mineral kaybı olur.¹⁹ Yani erken aşamalarda mine dış yüzeyinde kayıplar olsa da, henüz yüzey lezyonu oluşmamıştır.²⁸

Matur yüzey tabaka 10-100 µm kalınlığında, demineralizasyon göstermeyen ve sert yapıdadır.²⁸ Fakat plak asitlerinin etkisiyle diş minesi içerisinde yaklaşık 20-50 µm derinliğinde mikro kanallar oluşur. Demineralizasyonun artmasıyla daha fazla por oluşumu çürük lezyonun ilerlemesine sebep olur, ayrıca mineral kaybına bağlı olarak optik değişiklikler ortaya çıkar.²⁹ Mikroskobik porlar matur yüzeyden yüzey altı demineralizasyon alanına kadar genişler; lezyonun gövdesi bu alanda saptanır ve gövde genişlemeye devam eder. Kısaca mine ile sınırlı ve etkilenmemiş yüzey tabakaya sahip bu lezyona 'başlangıç mine çürüğü', 'white-spot' veya 'opak lezyon' adı verilir.³⁰

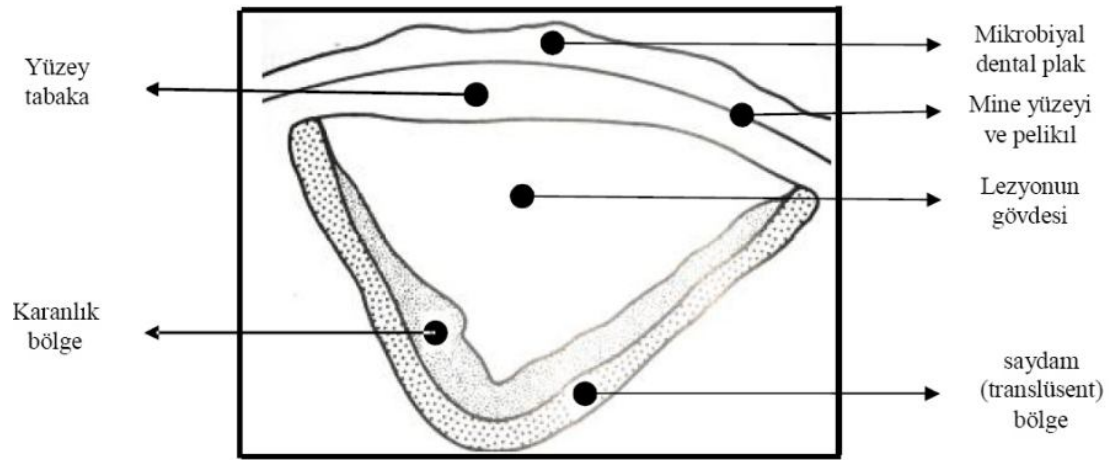
Bu lezyonlar sıklıkla kole bölgesinde gözlenir. Ayrıca pit ve fissürler gibi çürüğe daha yatkın bölgelerde ve dişlerin düz yüzeylerinde de oluşabilir. Lezyonun yüzeyel yapısı sağlıklı mineden daha porözlü olmasına rağmen sond lezyon üzerinde gezdirildiğinde sağlam, sıkı, kesintisiz bir yüzey hissi elde edilir.³¹

Mine lezyonunun klinikte gözlenebilir hale gelebilmesi için 300-500 µm derinliğe kadar ilerlemiş olması gerekmektedir. Minede başlangıç lezyonlarının beyaz lezyon olarak gözlenebildiği aşama aslında, yıkımın çoktan derinlere kadar ilerlediğini gösteren geç bir aşamadır.²³

Başlangıç çürük lezyonları hipokalsifiye mine defektleri ile karıştırılabilir. Bu lezyonların ayırıcı tanısında hava spreyi ile lezyonun kurutulması, gözle ve sondla muayene edilmesi önemlidir. Başlangıç çürük lezyonları yüzey nemli iken translusent görünür, hava spreyi ile kurutulduklarında opak beyaz renkte gözlenir. Hipokalsifiye defektler ise yüzey nemli iken de opak beyaz renktedir. Her iki lezyonun da yüzeyinde kavite olmamasına rağmen, başlangıç çürük lezyonlarının yüzeyi daha yumuşak ve porözdür. Başlangıç çürük lezyonlarının bulunduğu

yüzeylerde genellikle plak birikimi göze çarparken, hipokalsifiye defektlerin bulunduğu yüzeylerde plak birikimi gözlenmez.³²

Histolojik olarak incelendiğinde, başlangıç çürük lezyonları dıştan pulpaya doğru dört tabakadan oluşmaktadır (Şekil 2).³³



Şekil 2: Başlangıç çürük lezyonu³⁴

1-Yüzeyel tabaka: Mine çürüğünün en dış, en sert ve çözünmesi en zor tabakasıdır.³² Kalınlığı 20-100 µm arasında değişir. Aktif lezyonlarda, aktif olmayanlara oranla daha incedir.³³ Sağlıklı mineden daha poröz yapıdadır. Porlar normal mine yapısındaki porlardan daha geniştir.³² Ortalama por hacmi %5'den azdır.¹⁷

Bu tabaka çözünmüş haldeki minerallerin minenin iç ve dış kısmına hareket etmesine izin verir. Böylece alt katmanda çözünen mine yapılarına ait kalsiyum, fosfat minerallerinin yüzeye migrasyonu, bir yandan da dışarıdan mine yüzeyine olan florid göçü, yüzey tabakayı asit ataklarına karşı daha dirençli kılar.³⁴ Dış kısımda oluşan remineralizasyon

ve daha derin çürük tabakalarından yıkılan yapıların bu tabakada birikmesi ile yüzey tabaka hipermineralize bir hal alır.³²

2-Lezyon gövdesi: Mine çürüğünün en geniş kısmını oluşturmaktadır. Sağlıklı mineye göre hacim olarak %24 daha az mineral içerir. Bu bölge oldukça porözlüdür. Mikroradyografide radyolusent görülür. Retzius çizgileri belirgindir ve genişlemiştir.³³ Gözenek hacmi dış yüzeyde %5'ten, merkezde %25'e kadar değişiklik gösterir.¹⁷

Başlangıç halindeki çürük lezyonlarında kavite oluşmadan önce yüzeyel mine tabakasında çok az bir mineral kaybı görülmesine karşın, lezyon gövdesinde % 20-50 mineral kaybı mevcuttur. Tükürük minerale doymuş ise remineralizasyon gerçekleşeceğinden mineral kaybı kalıcılık göstermez. Bir sonraki asit atağı esnasında demineralizasyon daha etkin olursa çürük ilerler.³⁵

3-Karanlık tabaka: Başlangıç mine lezyonlarında, minedeki yapısal değişikliğin ikinci tabakasıdır. Karanlık tabakanın genişliği lezyonun ilerleme hızı ile ilişkili olarak değişebilmektedir. Karanlık tabaka, lezyonun birçok demineralizasyon ve remineralizasyon aşamalarından geçtiğini ifade eder. Çürüğün remineralizasyonu ile bu tabakada, geniş porların bir kısmı mineral birikimine bağlı olarak, minenin geçirgenliği azalır. Por hacmi ortalama % 2-4 arasındadır.¹⁷

4-Saydam tabaka: Çürük mine dokusunu normal sağlıklı mineden ayırır. Retzius çizgileri ve prizmaların enine çizgileri tümüyle yok olmuş ya da çok azalmıştır. Saydam tabaka normal mineye göre on kat daha fazla porözlü yapı gösterir. Hem geniş porlar hem de mikroporlar saptanmıştır.³² Ortalama por hacmi %1'dir.¹⁷

Başlangıç aşamasındaki lezyonun ilerlemesine yönelik herhangi bir önlem alınmazsa dentine doğru ilerlemeye devam eder. Lezyon mine-dentin sınırına yaklaştığında lateral yönde yayılarak daha önce sağlam olan yüzey tabakasının kırılmasına ve böylece lezyonun klinik olarak tespit edilebilir hale gelmesine neden olur.²⁹

2.4. Başlangıç Mine Çürüğünün Önlenmesi ve Tedavi Edici Yaklaşımlar

2.4.1. Ağız Hijyeninin Geliştirilmesi

Mekanik plak kontrolü plağın uzaklaştırılması amacı ile kullanılan en yaygın yöntemdir. Bu amaçla başta diş fırçaları ve diş ipi olmak üzere boyayıcı ajanlar, ağız içersindeki yiyecek artıklarını temizlemek için yüksek basınçta su püskürten cihazlar ve dil temizleyicileri kullanılmaktadır.³⁶

Diş fırçalamanın plağı uzaklaştırarak çürük riskini anlamlı olarak azalttığı bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada dişlerini günde 2 kez fırçalayanların daha az fırçalayanlara göre ve bu alışkanlığı erken yaşta edinenlerin daha sonradan kazananlara göre daha az çürüğü olduğu gösterilmiştir.³⁷

Düzenli diş fırçalama ve diş ipi kullanımı alışkanlığının diş yüzeyindeki plak miktarının azaltılması ve çürük oluşumunun önlenmesinde etkili yöntem olduğu gösterilmiş³⁸ olsa da, tam olarak çürük kontrolü için mekanik uygulamalarla birlikte florid ve diğer kemoprofilaktik ajanların kullanılması da büyük önem taşımaktadır.³⁹

İdeal bir kemoprofilaktik ajan toksik ve allerjik olmamalı, dişi boyamamalı, oral mukoza tarafından absorbe edilebilmeli, normal oral floranın dengesini korumalı ve çürük bakterilerinin gelişmesi yönünde değişmesine izin vermemelidir. Kemoprofilaktik ajanların içeriğinde klasik antibiyotikler, klorheksidin ve setilpiridinyum klorür gibi katyonik ajanlar, bitkisel bileşikler, metal iyonları, sodyum dedosil sülfat gibi anyonik ajanlar, triklosan gibi noniyonik ajanlar bulunur. Genellikle diş macunlarına ve ağız gargalarına eklenirler. Ayrıca jel ve cila şeklinde olanları da vardır. Kemoprofilaktik ajanlar uygulandıklarında ağız içerisindeki yapılara tutunarak yavaş salınımla etkilerini uzun süre devam ettirirler.³⁹

Bu ajanlar içerisinde en çok kullanılanlardan klorheksidin pozitif yüklüdür ve muköz membran, pelikül, hidroksiapatit gibi yapılara bağlanabilir. Bakteri yüzeyini negatif yükle yükler ve bakteri zarının yapısını bozar. Gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı etkilidir. 4-6 aylık süreyle kullanımında *mutans streptokokların* miktarında önemli derecede azalma olduğu kaydedilmiştir.

Setilpiridinyum klorid dörtlü amonyum bileşiği içerir ve antimikrobiyal etkisi klorheksidine benzer. Ağız içerisindeki yapılara bağlandığında klorheksidine göre çok hızlı salındığı için etkisi daha kısa sürmektedir.

Diğer bir fenol ürünü ise listerindir. Genellikle ağız gargalarına eklenir. Klorheksidine göre antibakteriyel etkisi düşüktür, tadının kötü olması ve yanma hissi oluşturmaları gibi istenilmeyen yan etkileri vardır.³⁹

2.4.2. Diyette Karbonhidrat İçeriğinin Kontrolü

Fermente olabilen karbonhidratların sık tüketilmesi ile çürük gelişimi arasındaki ilişki fermente olabilen karbonhidrat tüketiminin miktarı ve tipine bağlı olduğu kadar tükürük akış hızı, plak formasyonu ve florid gibi antikaryojenik ajanların kullanımına da bağlıdır.³²

Sükroz bakteriler tarafından fruktoz ve glikoza parçalanarak oluşan ürünler ekstrasellüler polisakkarit olarak kullanılabilir. Ekstrasellüler polisakkaritler ise plak yapısının iskeletini oluşturur ve mikroorganizmaların tutunabileceği bir rezervuardır. Sükrozun asıl çürük oluşturmadaki etkisi mineye plak bakterilerinin yapışmasını sağlamasıdır.⁴⁰ Böylece tutunan bakteriler metabolik ürün olarak asit üretirler ve minenin demineralizasyonuna neden olurlar.⁴¹

Son yıllarda fermente olabilen bu şekerlerin yerini karyojenik mikroorganizmaların fermente ederek ekstrasellüler polisakkarit üretimi yapamadığı ya da çok düşük oranda yapabildiği şeker alkollerini almıştır.⁴⁰

Ksilitol, beş karbonlu bir şeker alkolüdür. Sükrozla aynı tatta ancak 1/3 oranında daha az kalorisi olan yapay tatlandırıcıdır. Diğer şeker alkollerini gibi bakteriler tarafından fermente edilemediği için asit oluşumu engellenmiş olur.⁴² Ksilitolün antimikrobiyal etkisi, metabolik reaksiyonlar yoluyla bakteri üremesini engelleyerek gerçekleşir. Ksilitol varlığında *mutans streptokokların* üreme hızı yavaşlar, yüzeylere yapışabilirlikleri azalır, proteolitik aktiviteleri artar, sakkarozdan asit oluşturabilme güçleri azalır.⁴³

Sorbitol altı karbonlu bir şekerdir, ksilitolden daha ucuzdur, sükroz ve ksilitolden %50 daha az tatlılık verir. *Mutans streptokoklar*

tarafından fermente edilebilir. Sükroz, glukoz, fruktoz gibi diyet şekerlerine göre daha az asit ürünü oluşturur.³⁹

Sorbitol ve sükroz içeren sakızlara kıyasla ksilitol içeren sakızların çürük riskini anlamlı olarak azalttığını ve diş çürüklerini daha fazla durdurabildiği bildirilmiştir.³⁶ Ksilitolün çürük önleyici etkisi için günlük alım miktarının 6–10 mg olması gerektiği belirtilmektedir.³⁹ Bununla birlikte ksilitol içeren ürünlerin tükürük salgısını arttırması, tamponlama kapasitesini aktive etmesi ve remineralizasyona yardımcı elektrolitleri sağlaması nedeniyle ağız kuruluğu şikâyeti olan yetişkinler tarafından kullanılabileceği önerilmektedir.

Sakkarin yapısı sulfonamide benzer, sükrozdan 300 kez daha tatlıdır. Fakat %0.1' den daha fazla konsantrasyonda kullanıldığında tadında bir acılık oluşur. %0.5 konsantrasyonda kullanımının *mutans streptokokların* çoğalmasını engelleyerek çürük oluşumunu önlediği saptanmıştır.³⁹

2.4.3. Asit Atağına Karşı Dişlerin Direncinin Artırılması

2.4.3.1. Fluorid

Fluoridin çürüğün oluşmasını ve ilerlemesini engellemedeki etkinliği 1930'lu yıllardan bu yana bilinmektedir.⁴⁴ Tükürük içerisindeki fluor (F⁻) iyonunun demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki dengeyi remineralizasyon lehine çevirmesi fluoridin erken çürük lezyonlarının geriye döndürülmesinde klinik etkinliğe sahip olduğunu kanıtlamıştır.⁴⁵ Bireyin kendisinin uygulayabileceği sistemik (tablet formu veya içeceklere eklenerek) ve topikal (diş macunu ve ağız gargaraları) uygulamaların

yanısıra diş hekimi tarafından (solüsyonlar, jeller, cilalar) uygulanabilen çeşitli formları vardır.³⁹

Diş gelişimi ve mineralizasyonu sırasında sistemik alınan floridin diş yapısına girerek diş çürüğünü engellemeki etkisinden çok topikal olarak uygulanmasının çürüğü engellemede daha etkili olduğu bildirilmektedir.²³ Topikal floridlerin sadece mineden mineral çözünmesini azaltmadığı bunun yanı sıra Ca^{+2} ve PO_4^{-3} 'ın iyon mekanizmasını düzenleyerek bu minerallerin mineden çözünmesi ya da çökelmesinde kinetik bir role de sahip olduğu gösterilmiştir.⁴⁶ F^- iyonunun hidroksiapatit (HAP) yapısına katılması ya kristal yapısındaki iyon boşluklarına girmesi ile ya da OH^- gruplarının bir kısmının F^- iyonu ile yer değıştirmesi ile oluşmaktadır.³⁹

Hidroksiapatit yapısına katılan fluor iyonu ile fluorapatit (FHAP) oluşur, oluşan bu yapı asitler karşısında HAP'e oranla daha az çözünür.¹⁵ FHAP yapısının tükürük ve plak sıvısında bulunan Ca^{+2} ve PO_4^{-3} iyonlarına doygunluğu HAP'e oranla daha fazladır. Bu farklılık mine yüzeyinde minerallerin çökelmesi için gerekli olan itiş gücünün sağlanması neden olur.⁴⁷

Oluşan bu yapı dişte demineralizasyonun önlenmesinde ve remineralizasyonun oluşmasında görev almakta, dişi asit atağına karşı daha dirençli hale getirmektedir.³⁹

Yüksek konsantrasyondaki topikal florid uygulamaları sonucunda mine yüzeyi üzerinde kalsiyum florid (CaF_2) kristalleri oluşur. Bu kristaller yavaş salınım yapma ve mine yüzeyine uzun süreli tutunabilme özelliğine sahiptir.⁴⁸ CaF_2 kristallerinin ağız sıvıları içinde düşük çözünme hızına sahip olmasının sebebi nötral pH'da plak sıvısı ve

tükürükte mevcut olan inorganik PO_4^{3-} iyonları, tükürük proteinleri ya da her ikisi tarafından kaplanmış olmasıdır.⁴⁹ Bu nedenle CaF_2 'in florid rezervi olarak görev yapması için pH'ın 6'dan daha düşük değerlere ulaştığı karyojenik ortamlarda, fosfat ve proteinlere bağlı çözünme inhibisyonunun ortadan kalkması yani kalsiyum floridin çözünürlüğünün artması gerekir.⁵⁰ CaF_2 oluşumu için gerekli olan minimum F^- konsantrasyonu 100 ppm'dir. CaF_2 'nin etkinliği yüzeyden çözülmesi ile paralel olarak zamanla azalır. Bu nedenle topikal florid uygulamalarının düzenli aralıklarla tekrarlanması gerekmektedir.⁵¹

Topikal floridlerin bir diğer etkisi karyojenik bakterilerin faaliyetlerini de etkileyerek çürük oluşumunu önlemektir.⁵² Florid plaktaki asidojen mikroorganizmaların glikoz yapımını yavaşlatır. Asit etkisi ile plağa geçen fosfat iyonlarının bakteri hücre duvarına fikse olmalarını önler, böylece plak ve mine yüzeyi arasında toplanan asidik sıvıda fosfat iyonlarının serbest kalmasını sağlar. pH yükseldiğinde fosfat iyonları tükürükteki kalsiyum tuzlarıyla birleşerek tuz kompleksleri halinde dış yüzeyine çöker ve remineralizasyonu oluşturur. Floridin mine apatitinde bulunması durumunda, tükürük glikoproteinleri dış yüzeyine tutunur ve böylece plak oluşumunu engellemiş olur. Floridin *S. mutans* ve *S. sanguis*'lerin plaktaki sayısını azalttığı ortaya çıkmıştır.⁵³ Karyojenik bakterilerin oluşturduğu organik asitler, plak pH'ının düşmesine neden olmakta, bu duruma cevaben plaktan ve tükürükten mine içine flor iyon difüzyonu olmaktadır.⁵² Yapılan laboratuvar çalışmasında, düşük konsantrasyonlardaki flor iyonunun, *S. mutans*'in daha az asit üretmesine neden olduğu gösterilmiştir.⁵⁴

Flor iyonunun mine yüzeyinde birikme eğilimi vardır. Bu durum lezyonun en dış bölgesiyle sınırlı kalır ve yüzey sertliği artar. Mine yüzeyinde F^- 'un aşırı miktarda birikimi, difüzyon kanallarının tıkanmasına yol açarak, lezyonun alt kısmındaki demineralizasyonun daha yavaş

ilerlemesine neden olur ve lezyon hapsedilir. Kısacası başlangıç mine lezyonlarına F^- uygulandığında lezyon opasitesi kaybolmaz fakat yüzey cilalanmış gibi kaygan bir yapıya dönüşür. Mine yüzeyi opak olmasına karşın pürüzsüz görülür. Bu bölge yüksek mineral içeriği ve re-kristalizasyon nedeniyle sağlam mineye oranla çürüğe karşı çok daha dirençlidir.⁴⁷

Günümüzde floridin çürük önleyici etkisi demineralizasyonu inhibe etmesi ve başlangıç mine lezyonlarında remineralizasyonu hızlandırması ile açıklanmaktadır. Floridin çürük prevalansını düşürmesine karşın çürüğü tam olarak önlemede yetersiz kaldığı da bir gerçektir. Ayrıca florid kullanımının yaygınlaşmasıyla fluorozis riski önemli bir sorun olarak gündeme gelmiştir. Bu nedenle floridlerin yanısıra diğer çürük önleyici yöntemlerle ilgili arayışlar devam etmekte olup, araştırmalar floridlerin diğer çürük önleyici ajanlarla kombine edilmesi yönünde yoğunlaşmaktadır.⁵⁵

2.4.3.2. Kazein Fosfopeptid-Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP)

Süt ve süt ürünlerinin çürük önleyici özelliğe sahip oldukları bilinmesine rağmen doğal olarak kullanıldıklarında bu etkilerini gösterebilmeleri için çok büyük miktarlarda tüketilmeleri gerekmektedir. Bu nedenle araştırmacılar, çürüğü önlemek amacıyla sütün içerisindeki koruyucu faktörleri ayırarak kişisel ürünler içerisinde kullanmaya yönelik çalışmalara odaklanmışlardır.⁵⁶

Kazein süt proteininin yaklaşık %80' ini oluşturan⁵⁷ ve yeni bir remineralizasyon teknolojisi olarak kullanılmaya başlanan bir fosfoproteindir.⁵⁸ Kazein fosfopeptitler (CPP), amorf kalsiyum fosfat (ACP)

solüsyonunda nanokompleks yapıda kalsiyum fosfatı sabitlemektedir. ACP'yi stabil hale getiren CPP, CPP'nin diş yüzeyinde amorf kalsiyum fosfatı lokalize ederek dişin mineral doygunluğunu devam ettirmesini sağlamaktadır. Böylece demineralizasyonu önleyip remineralizasyonu arttırmırlar. CPP-ACP, asit etkisine maruz kaldığında ortama ACP salınımı olmaktadır. Ortama salınan kalsiyum ve fosfat iyonları, asidik ortamı tamponlayarak plak pH'sını dengelemektedir. Bu da demineralizasyonu önlemeye yardımcı olmaktadır.⁵⁹

Amorf kalsiyum fosfat moleküler formülü $[Ca_3(PO_4)_2 \cdot nH_2O]$ olan bir trikalsiyum fosfattır. ACP sert dokuların temel yapısı değildir. Ancak, biyoapatitin prokürsörü olarak özel bir role sahip olup biyomineralizasyon için geçici bir faz oluşturur.⁶⁰

CPP-ACP, asit etkisine maruz kaldığında ortama salınan kalsiyum ve fosfat iyonları, asidik ortamı tamponlayarak plak pH'ını dengelemektedir. Bu durum demineralizasyonu önlemeye yardımcı olmaktadır ve doymun bir plak meydana gelmektedir.⁵⁸ Plak içerisinde artan kalsiyum fosfat seviyesi, serbest haldeki kalsiyum ve fosfat iyonlarının aktivitesini destekleyici bir etki göstermektedir. Plagın dişe yakın bölümünde artan iyon süper saturasyonu bu bölgeyi daha dirençli kılmaktadır.⁶¹

Yapılan in vitro bir çalışmada CPP-ACP solüsyonlarının mine başlangıç lezyonlarını anlamlı derecede remineralize ettiğı belirtilmektedir.⁵⁸

S. sobrinus'la enfekte ratlarda yapılan bir çalışmada günde iki kere CPP-ACP solüsyonuna maruz kalmanın çürük aktivitesini düşürdüğü ve %0,1'lik CPP-ACP solüsyonunun düz yüzey çürüklerinde

%14 oranında, %1'lik solüsyonun ise %55 oranında düşüş meydana getirdiği ancak *S. sobrinus* seviyesinde bir değişiklik olmadığı gösterilmiştir.⁶²

Iijima ve arkadaşlarının⁵⁷ yaptıkları in vivo bir çalışmada, içerisinde CPP-ACP bulunan şekeriz sakızlar kullanılmıştır. Kullanılan bu sakızların demineralizasyona karşı direnci ve remineralizasyonu arttırdığı gözlenmiş, ayrıca CPP-ACP ile remineralize edilmiş minenin demineralizasyona karşı normal mineden daha dirençli olduğu belirtilmiştir.

Güçlü'nün⁶³ yaptığı tez çalışmasında standart oral hijyen protokolü uygulanan opak mine lezyonlarına floridli vernik, CPP-ACP ve florid vernik ile beraber CPP-ACP'nin uygulanmasıyla remineralizasyonda oluşan değişim araştırılmıştır. Sonuç olarak floridli diş macunu, klorheksidin gargara, xylitolü sakız içeren standart oral hijyen prosedürüne CPP-ACP krem uygulamasının eklenmesiyle remineralizasyonda artış olduğu saptanmıştır. Floridli vernik uygulamasının ise standart oral hijyen protokolüne ek katkısı bulunmadığı bildirilmiştir.

Mine üzerine günde 2 kez %1 CPP-ACP içeren pat uygulamasının ultrasonik cihazlar kullanarak ölçümü sonucunda mine demineralizasyonunu engellediği ise bir başka çalışmada bildirilmiştir.⁶⁴

CPP-ACP içeren pat ve florid içeren diş macunlarının başlangıç çürüklerinin remineralizasyonu üzerine etkinlikleri karşılaştırıldığında, CPP-ACP içeren patın anlamlı derecede remineralizasyon oluşturduğu ve floridli diş macunu ile birlikte kullanıldığında remineralizasyon derecesinin arttığı belirtilmiştir.⁶⁵

Ayrıca CPP-ACP'nin bakteri hücre yüzeyleri, intersellüler plak matriksi ve diş yüzeyindeki makromoleküllerle birleşerek etki ettiği de gösterilmiştir.⁶⁶ Tüm bunlar CPP-ACP' li ürünlerin kullanımının daha az karyojenik bir plak oluşmasına neden olduğunu göstermektedir.

Kalsiyum fosfat remineralizasyon sistemleri 2000 yılından sonra piyasaya sürülmüştür ve piyasada farklı ürün şekillerinde bulunmaktadır. Sistemin öncülüğünü yapan ilk ürün kazein fosfopeptidin stabilize ettiği amorf kalsiyum fosfat içermektedir. (CPP-ACP).⁶⁷ Günümüzde topikal jeller (ToothMousse™; GC Corp., Japan), şekerli cikletler (Recaldent™, GC Corp., Japan ve Trident White™; Cadbury Adams USA, Parsippany, New Jersey,USA) ve naneli drajeler (Recaldent Mints™;Cadbury Japan altd., USA) şeklinde bir çok üründe bulunmaktadır.⁶⁸

İkinci ürün stabilize olmayan amorf kalsiyum fosfat içeren Enamelon® (ACP) ticari ismiyle piyasada yer alan, aynı tüp içerisinde kalsiyumun, flor ve fosfattan ayrı tutulduğu iki bölmeden oluşan bir diş macunudur.

Son olarak diğer bir ürün ise bioaktif cam içerikli kalsiyum sodyum fosfosilikatdır (NovaMin®). Bütün ürünler kalsiyum fosfat bileşiminden oluşmakta ve etkilerini, tükürüğün remineralizasyonu sağlayacak doğal kapasitesini arttırarak göstermektedirler. Plak kalsiyum ve fosfat düzeyinde belirgin artış olmasına rağmen CPP tarafından stabilize edilen bu iyonlar diş yüzeyinde kristal forma geçmemekte ve dıştaşı oluşturmamaktadırlar.⁶⁷

2.4.4. Lazer Uygulamaları

Lazer diş hekimliği tarihine girdiği zamandan bu yana çürük önleme üzerine olan etkisi birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir.⁶⁹⁻⁷² Lazerin koruyucu diş hekimliğindeki etkisi, lazer ışığı ile diş sert dokusu arasındaki ilişkiden gelmektedir. Lazer uygulaması minenin yüzey yapısını ve fiziksel özelliklerini değiştirerek hidroksiapatit kristallerinin rekristalizasyonunu saęlamakta⁷³, hidroksiapatit kristallerinde erime ve kaynaşmaya neden olarak asitlere direncini artırmaktadır.⁷⁴

Bu doğrultuda, farklı lazerlerin minenin asitlere direnci ve demineralizasyonu üzerine etkisi araştırılmıştır. In vitro ve in situ çalışmalarda CO₂ lazerin yüzey altı minenin demineralizasyonunu azalttığı ve florid uygulamalarıyla birlikte kullanıldığında bu etkinin arttığı bildirilmiştir.³²

Chen ve Huang⁷⁵ başlangıç çürük lezyonlarının CO₂ lazeri, Nd:YAG lazer ve APF uygulamaları sonucu aside direncini değerlendirdikleri in vitro çalışmalarında test edilen tüm uygulamaların aside direnci arttırdığını, ancak lazerlerin florid uygulamasından daha etkili olduğunu saptamışlardır. Her iki lazer arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmediğini, florid vernik uygulamasının minenin demineralizasyona direncini diod lazere göre daha fazla arttırdığını bildirmişlerdir.⁷⁶

Cecchini ve arkadaşları⁷⁷ ise çalışmalarında düşük enerji seviyelerinde kullanılan Er-YAG lazerin mine çözünürlüğünü azalttığını gözlemlemişlerdir.

2.4.5. Düşük Viskoziteli Rezinler ile İnfiltrasyon Tedavisi

Çürük patogenezinin ve korunma yöntemlerinin anlaşılması ağız sağlığının korunmasına yönelik uygulamalarda daha fazla başarı elde edilmesini sağlamıştır. Restoratif materyaller ve tekniklerdeki bilimsel ilerlemeler demineralizasyonu önlemeye, remineralizasyonu aktive etmeye yönelik çalışmalara hız kazandırmıştır.⁷⁸

Çürük lezyonlarının remineralize edilerek veya non-invaziv yöntemlerle durdurulmasının uygun olmadığı durumlarda alternatif bir yöntem düşük viskoziteli ışıkla sertleşen rezin infiltrasyon uygulamasıdır. Bu uygulamanın amacı minedeki asit ve çözölmüş mineraller için geçiş yolu oluşturan difüzyon yolunu rezin tabakayla örterek lezyon gövdesindeki porları tıkamaktır.^{79, 80}

Rezinin proksimal veya düz yüzeylerdeki opak lezyonlara infiltrasyonu, potansiyel karyojenik biyofilm ile mine arasında fiziksel bir bariyer oluşmasını sağlar. Bu teknik klasik olarak kullanılan florid, diyet kontrolü ve oral hijyen eğitimi gibi noninvaziv uygulamalarla birlikte kullanılabilecek bir yöntemdir. Kısaca infiltrant uygulaması non invaziv ve restoratif uygulamalar arasındaki boşluğu dolduran bir tedavi şekli olarak yer almaktadır.⁴

Yapılan histolojik deneylerde, mikroporözitenin artışına bağlı olarak mine lezyonlarının absorpsiyon özellikleri olduğu gözlemlenmiştir.⁴ Minede oluşan bu küçük poröz açıklıklar ve genişletilmiş interkristalin boşluklar, asit ve çözölmüş mineraller için difüzyon yolları oluşturmaktadır. Bu difüzyon yolları ve absorpsiyon özelliği ile düşük viskoziteli rezinlerin başlangıç mine lezyonuna infiltrasyonu mümkün olmaktadır. Böylece ilerleyen çürük lezyonundaki porözlü dokunun

kaldırılması yerine başlangıç lezyonunda mikroporözitelerin doldurulması ile lezyonun yüzeyinde değil içinde bir difüzyon bariyeri oluşturulmaktadır. Bu uygulama sadece mikroporöziteleri azaltmakla kalmamakta, aynı zamanda dokuya mekanik destek de kazandırmaktadır. Mikroporöziteler rezinle doldurulduğunda opak görüntüsünü kaybederek sağlam mine görüntüsünü de kazanmaktadır.⁴ Bu yüzden başlangıç mine lezyonlarını rezinle kaplamak ümit verici bir yaklaşımdır.⁸¹

Rezin infiltrasyonunda başarı ilk olarak 1976 yılında Robinson ve arkadaşlarının⁵ yaptıkları in-vitro çalışmada resorcinol-formaldehit kullanılarak sağlanmıştır. Bu çalışmayla lezyondaki por hacminin %60'tan fazlasının infiltrasyonla tıklandığı ve bu tedavinin asit demineralizasyonunu önleyebileceği gösterilmiştir. Bu madde klinik uygulamada toksisitesi nedeniyle kullanılamamış olmasına rağmen başlangıç mine çürük lezyonlarına non-invaziv yaklaşımda yeni fikirlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Daha sonraki yıllarda başlangıç mine lezyonlarına klasik adezivler ve fissür örtücüler uygulayarak yeni asit atanağına karşı dişte çürüğün ilerlemesinin engellendiği belirtilmiştir.^{6,82}

2006 yılında Mueller ve arkadaşlarının⁸¹ yaptıkları in vitro bir çalışmada 27 adet çekilmiş dana dişi üzerinde oluşturulan başlangıç mine çürük lezyonunun durdurulabilmesi için bir fissür örtücü (Helioseal®) ve çeşitli adezivler (Heliobond, Resulcin Monobond, Excite, Solobond M, Adper Prompt L-Pop), fosforik asit ile asitlenmiş lezyon yüzeylerine bir veya iki kez uygulanmıştır. Lezyonlar ikiye bölünerek bir yarım parça ikinci kez demineralizasyon işlemine tabi tutulmuş, oluşturulan ilk lezyon derinliği, penetrasyon miktarı ve ikinci demineralizasyon sonrası bu değerlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmada lezyonun

durdurulmasında Prompt L-Pop ve Solobond M tek uygulamada etkili bulunmazken, Solobond M iki kat uygulamada başarılı bulunmuştur. Helioseal®, Heliobond, Resulcin Monobond ve Excite'ın diğer materyallere göre lezyonu durdurmada daha etkili oldukları tesbit edilmiştir.

Doğal çürükte yüzey tabaka oral kavitedeki remineralizasyon ve demineralizasyon nedeniyle çok farklı kalınlıklar gösterebilir.⁸³ Asit uygulayarak yüzeyel tabakanın kaldırılması yüzey tabakada poröziteyi artırır, lezyon gövdesine adeziv materyalin infiltrasyonunu kolaylaştırır.⁸⁴

Eğer yüzeye fosforik asit uygulanırsa adeziv penetrasyonu doğal çürük lezyonlarında sadece yüzeyel; yaklaşık 25 µm kadar olmaktadır. Çünkü fosforik asit mine çürüğünün yüzey tabakasındaki yüksek mineral yapının tam olarak kaldırılmasını sağlayamaz ve bu da rezinin lezyon gövdesine kapiller basıncıyla iletilmesine engel olur. Bu nedenle penetrasyon kısıtlı kalır.⁸⁵

Süt ve daimi dişlerle yapılan in vitro çalışmalarda mine yüzeyinin aşındırılmasında en etkili uygulamanın %37'lik fosforik asit yerine %15'lik hidroklorik asitin uygulaması ile olduğu gösterilmiştir.^{85, 86}

Okluzal yüzeylerde başlangıç mine lezyonu görülen dişlere fissür örtücü uygulaması ve adezivlerin mine lezyonlarına infiltrasyonundaki başarısının ispatlanmasıyla non-invaziv minimal yaklaşımda uygulanabilirliği daha başarılı olan deneysel rezin infiltrantlar geliştirilmeye başlanmıştır. Mine başlangıç lezyonlarına infiltrasyonu en iyi olan rezini geliştirmek ve fiziksel özelliklerini değerlendirmek için dana dişlerinde yapılan in vitro çalışmalarda yüksek penetrasyon kat sayısına sahip olanların çürüğün durdurulmasında daha etkili olduğu bulunmuştur.^{7,85,87}

Bu bilgilerin ışığında Meyer-Lueckel ve Paris'in⁸ 2008 yılında yaptıkları in vitro bir çalışmada minede opak lezyonu olan insan molar ve premolar dişleri üzerine Excite ve deneysel infiltrant olarak isimlendirilen yeni bir materyal uygulanarak lezyona penetrasyonları ve çürüğün ilerlemesini durdurmadaki etkinlikleri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak deneysel infiltrantın daha etkili olduğu saptanmıştır.

2010 yılında Paris ve Meyer-Lueckel'in⁸⁸ yaptıkları diğer bir çalışmada ise 104 adet dana dişi mine örneğinde suni çürük oluşturulduktan sonra dişler kontrol grubu, fissür örtücü ve Icon® uygulanan gruplar olarak ayrılmış ve deminerelize edici bir ortamda tutulmuşlardır. Dişlerdeki çürük derinliği ve mineral kaybı değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmazken, infiltrant ve fissür örtücü uygulanan gruplarda lezyonun ilerlemediği saptanmıştır.

Klasik fissür örtücü tedavilerinde sadece yüzeyde bir rezin tabaka oluşurken infiltrasyon tedavisinde infiltrant porlu çürük lezyon gövdesine tamamiyle penetre olmaktadır.⁴ İnfiltrantlar dental adezivler ve fissür örtücüler ile kıyaslandıklarında hızlı kapiller penetrasyon ve düşük viskozite göstermektedirler. Ayrıca mine ile düşük kontakt açısı yaparak, yüksek yüzey gerilimi oluştururlar.⁷ Yapılan çalışmalar göstermiştir ki bu özellikleriyle klasik adezivlere oranla lezyon gövdesinde daha derine penetre olabilmektedir.^{7, 8}

Son yıllarda yapılan çalışmalarda ulaşılabilirliği zor olan proksimal yüzeyler gibi alanlara infiltrant uygulamasının yeterince başarılı olduğu gösterilmiştir.⁸⁹⁻⁹¹ Ayrıca bu uygulamanın fissür örtücüler kadar lezyonun ilerlemesini durdurabildiği bir in situ çalışmada da ileri sürülmüştür.⁸⁸ Diğer bir önemli etkisi ise başlangıç mine lezyon yüzeyinin

opak tebeşirimsi görüntüsüne sebep olan mikroporöz yapısının infiltrantın penetrasyonu sayesinde maskelenebilir olmasıdır.⁹²

Çürük lezyonun yeni asit atağı karşısında tekrar oluşmaması için ilgili alana uygulanan materyalde plak oluşumunun en az düzeyde olması istenir. Bu nedenle başlangıç mine lezyonuna uygulanacak materyalin yüzey pürüzlülüğünün az, mikrosertliliğinin yüksek olması gerekmektedir. Yüzey pürüzlülüğünün incelendiği bir çalışmada daimi molar dişlerde sağlıklı mine yüzeyi, çürük mine yüzeyi, polisajlanmış infiltrant yüzeyi ve polisajsız infiltrant yüzeyi pürüzlülük açısından kıyaslanmıştır.⁹³ Yüzey profilometresinde yapılan ölçümlerde sağlıklı mine yüzeyi ölçüm değerlerinin mineye uygulanmış polisajlanmamış Icon® yüzeyi ile birbirine yakın olduğu bulunmuştur.

Paris ve Meyer-Lueckel'in⁹⁴ dana dişlerinde yaptıkları bir çalışmada iki deneysel infiltrantın (A: BisGMA%25, TEGDMA%75; B: BisGMA%20, TEGDMA%60) bir veya iki kez yapay başlangıç mine lezyonuna uygulanması sonrasında demineralize ortamda çürük lezyonun ilerlemesi, diş yapısındaki mineral kaybı ve yüzey sertliği açısından uygulamaların karşılaştırılması yapılmış ve iki materyal arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmazken iki kez uygulamanın bir kez uygulamaya oranla daha sert bir yüzey oluşturduğu bildirilmiştir.

Aktif başlangıç mine lezyonları yüzeyel kavite defektleri gösteriyorsa restoratif tedaviler gerektirir.⁹⁵ Birçok proksimal mine çürüğü gözle ve radyografik muayenede derin değilmiş gibi görülse de bu alandaki iç mine lezyonlarının %60'ından fazlasında kavitasyon vardır.⁹⁶

Başlangıç halinde fakat kavitasyon gösteren mine lezyonlarının tedavisinde kavitasyon alanlara kompozit uygulanırken

sadece opak görüntü veren demineralize alanlara infiltrant uygulanması önerilmektedir.⁹ Bu durumdaki mine lezyonlarının tedavisinde infiltrant kompozit uygulaması öncesi mineye bağlayıcı ajan gibi uygulanırsa tedavi basamakları kolaylaştırılmış olur. Bu yüzden sağlam ve demineralize mineye Icon[®], adeziv ve bunların birarada kullanımı sonrası uygulanan akışkan kompozitin bağlanma kuvveti değerlendirilmiş ve klasik bonding uygulaması öncesi Icon[®] kullanımının bağlanmayı kuvvetlendirdiği saptanmıştır.⁹

Icon[®]'un uygulama süresi kısa olduğunda klinik olarak çok yüzeyel bir tabaka olduğu gözlemlenmiştir. 2011 yılında Meyer- Lueckel ve arkadaşlarının¹⁰ yaptıkları bir çalışmada daimi posterior dişlerde 80 tane doğal başlangıç mine lezyonuna infiltrantın uygulama süreleri değiştirilerek penetrasyon miktarları kıyaslanmıştır. Sonuç olarak doğal çürük lezyona tamamen penetre olma süresinin 3 dakika uygulanan örneklerde daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

2012 yılında Paris ve arkadaşlarının⁸⁰ yaptıkları in vitro diğer bir çalışmada süt dişlerindeki proksimal lezyonlara 5 dakika süre ile uygulanan farklı penetrasyon kat sayısına ve çözücü içeriğine sahip deneysel infiltrantların penetrasyon derinlikleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak deneysel infiltrantların çözücü içeriği ve penetrasyon katsayısındaki değişlerin penetrasyon derinliğinde bir farklılık oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

Rocha ve arkadaşları¹¹ ise dana dişlerinde oluşturdukları başlangıç mine lezyonlarının opak görüntüsünü maskeleyebilmek için Icon[®] ve florid uygulamasını karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak infiltrant uygulanan grup lezyonun opak rengini florid uygulanan gruplara göre

daha iyi maskelemiştir. Ayrıca tekrarlayan asit ataklarında infiltrant grubunun renk stabilitesini korumada daha başarılı olduğu görülmüştür.

2.5. Başlangıç Mine Lezyonuna Uygulanan İnfiltrasyon Yönteminin İn Vitro Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

2.5.1. Mikrosertlik Analizi

Mikrosertlik ölçümleri ile minedeki mineral miktarının kalitatif olarak hesaplanması ve elde edilen veriler ışığında demineralizasyon ve remineralizasyonun belirlenmesi sağlanabilmektedir.⁹⁷ Ayrıca başlangıç mine lezyonunun tedavisinde kullanılan yöntemlerin etkinliğinin araştırıldığı çalışmalarda da mikrosertlik analizi sıklıkla tercih edilen yöntemlerden birisidir.⁹⁸⁻¹⁰⁰

Minede mikrosertlik ölçümü mine dış yüzeyine dik olarak veya mineden alınan enine kesitlerde dış yüzeye paralel olacak biçimde minenin daha alt katlarına doğru inilerek yapılabilir.⁹¹

Mikrosertlik ölçümünde kullanılan Vickers ve Knoop yöntemleri en çok tercih edilen yöntemlerdir. Her iki yöntemde de aynı yükte yüklenen farklı elmas uç belirli bir süre örnek üzerinde kalarak Vickers'te kare Knoop'ta ise eşkenar dörtgen şeklinde iz oluşturur. Oluşan çentiğin derinliği her iki yöntem içinde aynı olmakla birlikte kullanılan aletin elmas ucunun farklılığına bağlı olarak bıraktıkları iz uzunluğu farklılık gösterir. Uygulanan bu yöntem oldukça hassastır. Tekrarlanabilir ölçümlere olanak verir ve aynı örnek üzerinde uygulanacak işlemlerden önce ve sonra ölçüm yapılabilir.¹⁰¹

2.5.2. Yüzey Pürüzlülüğü Analizi

Diş ve dental materyallerin yüzey morfolojilerindeki değişimini incelemek için bir çok teknik kullanılmaktadır. En çok tercih edilen yöntemler taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscope- SEM), temaslı ve temassız profilometreler ile konfokal lazer taramalı mikroskoptur.

Bu teknikler arasında örnekler uygun hazırlandığı takdirde mine ve dentinin yüzey yapısını en iyi detaylandırabilen yöntem SEM'dir.¹⁰² Çalışma prensibi olarak incelenecek alan taranarak pseudo üç boyutlu bir görüntü oluşturulur.¹⁰³ Ancak yüzey topografisini tanımlamada sınırlı bir alan incelenmiş olur. Elektronların yansmasıyla görüntünün oluşmasını sağlayan bu teknik üç boyutlu yüzey yapının görüntülenmesine izin vermez. Çünkü bu teknikte incelenecek yüzeydeki alanların elektronu farklı emme ve yansıtma özelliklerine bağlı olarak görüntü oluşur. Bu nedenle düz yüzeye sahip alanların incelenmesinde yeterli kontrastlar oluşmayacağı için net bir görüntü elde edilemez.¹⁰⁴

Konfokal taramalı mikroskop dental materyallerin incelenmesinde yaygın kullanılan diğer bir tekniktir. En büyük dezavantajı incelenecek alanın görüntüsünün optik tomografi şeklinde görüntülenmesidir. Bu nedenle incelemenin yapılabilmesi için örneklerden ince kesitlerin alınması ve ışığın farklı dalga boylarıyla karşılaştıklarında farklı renklemeler gösteren özel boyalarla işaretlenmeleri gerekmektedir.¹⁰⁵

Yüzey profilini incelemeye ve pürüzlülüğü ölçümlemede temaslı ve temassız profilometreler en yaygın kullanılan diğer yöntemlerdir.¹⁰⁴ Temaslı profilometre cihazı incelenecek örneğin yüzeyini

bir uç ile temassız profilometreler ise lazer ışığı ile tarayarak pürüzlülük ve topografi hakkında bilgi verir.¹⁰⁶

Temaslı profilometre cihazı yüzey pürüzlülüğü ile ilgili değerleri rakamsal olarak verebilmektedir. Bu değerlerden Ra belirli bir ölçüm mesafesinde, tüm yüzey düzensizliklerinin (yükseklik ve derinliklerinin) mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasını ifade etmektedir. Rmax, belirli mesafedeki en yüksek ve en derin noktalar arası mesafeyi; Rz ise, bu mesafedeki birbirini izleyen 5 maksimum yükseklik ve derinliğin ortalamasını ifade etmektedir. Yüzey pürüzlülüğü çoğunlukla aritmetik ortalama pürüzlülük (Ra) olarak ifade edilir.¹⁰⁷

2.5.3. Renk Analizi

Renk analizi için iki metot kullanılmaktadır. Bunlar görsel ve aletli renk analizidir.

Görsel renk analizi, bir nesnenin renginin renk standartları ile karşılaştırılmasıdır. Diş hekimliğinde renk analizi renk skalaları kullanılarak görsel olarak yapılmaktadır. Görsel renk analizinin üç dezavantajı vardır. Renk skalalarındaki mevcut renkler yetersizdir. Diş hekimleri arasında ve aynı bireyde günün farklı saatlerinde seçilen renkte tutarsızlıklar olmakta, standardizasyon sağlanamamaktadır. Elde edilen sonuçları CIE renk sisteminde göstermek olanaksızdır.

Aletli renk analizi ise nesnenin yansıttığı ışığın optik aletlerle analiz edilmesiyle yapılmaktadır. Nesnelerin rengi hakkında tutarlı, güvenilir ve miktarsal veri sağlanır. Kullanılan aletler kolorimetre ve spektrofotometrelerdir.¹⁰⁸

Kolorimetreler, doğrudan gözümüzün algıladığı üç temel renk üzerinden (kırmızı, yeşil, mavi) ölçüm yaparken; spektrofotometre ise gözümüzün algılayabildiği tüm renkler yani 380-720 nm arasında belirli dalga boyu aralıklarında yansıyan ışık enerjisinin tamamını toplayarak sonuca ulaşır ve dolayısıyla daha net bir sonuç verir¹⁰⁹

2.5.4. Bağlanma Dayanıklılık Testleri

Adeziv sistemlerin ve uygulamaların geliştirilmesindeki en önemli neden, diş sert dokuları ile restoratif materyal arasında kabul edilebilir düzeyde bir bağlanma dayanıklılığı elde edebilmektir. Bu nedenle adeziv materyallerin fiziksel özelliklerinin ve bağlanmayı etkileyebilecek çeşitli uygulamaların değerlendirilmesinde bağlanma dayanıklılığının ölçümü önemli bir yer tutmaktadır.¹¹⁰ Bu amaçla başta makaslama (shear), gerilim (tensile) ve mikro gerilim (micro tensile) bağlanma dayanıklılık testleri olmak üzere birçok in vitro yöntem kullanılmaktadır.

Makaslama bağlanma dayanıklılık testi diş ile restoratif materyalin bağlanma ara yüzeyine paralel yönde ve sabit artışla kuvvet uygulanması esasına dayalı in vitro bir test yöntemidir. Bağlanma dayanıklılığı çalışmalarında en sık kullanılan yöntemdir.¹¹¹ Bu testin sık kullanılmasının sebebi örnek hazırlanmasının daha kolay olması ve klinik ortamdaki yük dağılımını iyi bir şekilde taklit etmesidir.¹¹²

Gerilim bağlanma dayanıklılık testi restoratif materyal ile diş ara yüzeyine dik ve sabit hızla kuvvet uygulanması ile bağlanma dayanıklılığını ölçmeye yarayan in vitro bir test yöntemidir. Bu testte uygulanan kuvvetin bağlanma ara yüzeyinin tam olarak merkezinden geçmesi çok önemlidir. Böylece bağlanma ara yüzeyinin dış kenarında

gerilim kuvveti yaratılmış olunur. Merkeze yakın orta bölgelerde ise sıkışma tarzı kuvvetler oluşur.¹¹¹

Mikro gerilim test yönteminde, düşük hızda çalışan elmas diskler ile tek bir diğten 1 mm²' lik yüzey alanına sahip çok sayıda seri kesitler alınarak her bir kesit tek tek incelenmektedir.¹¹³

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada, Icon® (infiltrant; DMG, Hamburg, Almanya), Ambar® (adeziv, FGM, Joinville, Brezilya) ve Heliaseal® (fissür örtücü Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn)' in süt ve daimi dişlerde oluşturulan başlangıç mine lezyonlarına etkisi in vitro olarak değerlendirildi.

Bu amaçla beş farklı analiz yapıldı.

1-Mikrosertlik Analizi: Her grupta 15' er süt ve daimi diş olacak şekilde ayrılan dişlerin sağlam mine yüzeylerinin, başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra, Icon®, Ambar® ve Heliaseal® uygulamaları yapıldıktan sonra ve yeni bir asit atağına tabi tutulduktan sonra mikrosertlik değerleri ölçülerek kaydedildi.

2-Yüzey Pürüzlülüğü Analizi: Her grupta 15'er süt ve daimi diş olacak şekilde ayrılan dişlerin sağlam mine yüzeylerinin, başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra, Icon®, Ambar® ve Heliaseal® uygulamaları yapıldıktan sonra ve yeni bir asit atağına tabi tutulduktan sonra yüzey pürüzlülük değerleri ölçülerek kaydedildi.

3-Renk Analizi: İki farklı deney düzenlendi.

I-Materyallerin başlangıç mine lezyonunu maskeleme özelliğinin incelenmesi: Her grupta 15'er süt ve daimi diş olacak şekilde ayrılan dişlerin sağlam mine yüzeylerinin, başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra, Icon®, Ambar® ve Heliaseal® uygulamaları yapıldıktan sonra renk ölçümleri yapılarak materyallerin maskeleme özellikleri incelendi.

II-Materyallerin renklenme özelliklerinin incelenmesi: Her grupta 15'er süt ve daimi diş olacak şekilde ayrılan dişlerin başlangıç mine lezyonu oluşturulan yüzeylerine materyaller uygulandıktan sonra ve örneklerin çay, portakal suyu ve kakaolu sütte bekletildikten sonra renk ölçümleri yapılarak materyallerin renklenme ve içeceklerin renklendirme özellikleri karşılaştırıldı.

4- SEM Analizi: Her grupta 3'er örnek olacak şekilde hazırlanan süt ve daimi dişlerde başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra ve materyaller uygulandıktan sonra mine yüzeyi ile ilişkileri taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirildi.

5- Makaslama Bağlanma Kuvveti Analizi: Oluşturulan başlangıç mine lezyonlarına bağlayıcı ajan olarak Icon® ve Ambar® uygulaması sonrası akışkan bir kompozit uygulanarak makaslama bağlanma kuvveti ölçülerek oluşan kırılma yüzeyleri stereomikroskopta incelendi.

Bu uygulama için fissür örtücülerin klinik kullanım endikasyonu olmadığından bu grup bağlanma deneyine dahil edilmedi.

Çalışma dizaynı Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Çalışma dizaynı

Analiz Grupları	Diş Tipleri	Icon®	Ambar®	Helioseal®	Kullanılan Toplam Diş Sayısı
Mikrosertlik	Süt dişi	15	15	15	45
	Daimi diş	15	15	15	45
Yüzey Pürüzlülüğü	Süt dişi	15	15	15	45
	Daimi diş	15	15	15	45
Renk Maskeleme	Süt dişi	15	15	15	45
	Daimi diş	15	15	15	45
Renklenme Özelliği (Çay*)	Süt dişi	15	15	15	-
	Daimi diş	15	15	15	-
Renklenme Özelliği (Kakaolu Süt)	Süt dişi	15	15	15	45
	Daimi diş	15	15	15	45
Renklenme Özelliği (Portakal suyu)	Süt dişi	15	15	15	45
	Daimi diş	15	15	15	45
SEM	Süt dişi	3	3	3	9
	Daimi diş	3	3	3	9
Makaslama	Süt dişi	15	15	-	30
Bağlanma Kuvveti	Daimi diş	15	15	-	30
Deneylerde Kullanılan Toplam Süt Dişi:					
264					
Deneylerde Kullanılan Toplam Daimi Diş:					
264					

*Renk maskeleme deneyi için kullanılan örnekler kullanıldı.

Çalışma Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı ve Ortodonti Anabilim Dalı Klinikleri'ne rutin diş tedavisi için başvuran çocuk hastalardan çekilen fizyolojik düşme zamanı gelmiş çürüksüz süt dişleri ve ortodontik amaçla çekilen çürüksüz daimi premolar dişler üzerinde yürütüldü. Araştırmamız için gerekli olan etik kurul onayı, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Etik Kurulu

Başkanlığı'ndan alındı (26/67 Sayı; 12.12.2011). Çalışmaya dahil edilen tüm çocukların ebeveynlerine hasta onam formu doldurtularak çekilen dişin çalışmaya dahil edilmesi için izin alındı.

Çalışmamızda kullanılan deney materyalleri ve içerikleri ise Tablo 2'de gösterilmektedir:

Tablo 2: Çalışmada kullanılan deney materyalleri

Deney materyali	Tipi	Doldurucu içeriği	Üretici Firma	İçeriği	Uygulama sırasında kullanılan asit
Icon®	Rezin infiltrant	Doldurucusuz	DMG, Hamburg, Almanya	Metakrilat içerikli rezin matris, aktivatör, katkı maddeleri	%15'lik hidroklorik asit
Helioseal®	Işıklı sertleşen fissür örtücü	Doldurucusuz	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn	BisGMA, TEGDMA, Titanyum dioksit, aktivatör, stabilizatörler	%37'lik fosforik asit
Ambar®	Işıklı sertleşen adeziv	Silika nanopartikülleri	FGM, Joinville, SC, Brezilya	UDMA, HEMA ve hidrofilik metakrilat monomerler, asit metakrilat monomerler, etanol, fotoaktivatörler, ko-aktivatörler, stabilizatörler	%37'lik fosforik asit
Çözücüsü: etanol					

Çalışmanın tüm aşamalarında kullanılmak üzere toplanan süt molar ve daimi premolar dişler üzerindeki yumuşak doku eklentileri dikkatlice uzaklaştırılıp, florid içermeyen bir pomza ile temizlenip %0.1'lik timol solusyonunda saklandı. Dişler çekildikten sonra çalışma için kullanılabilecek kadar 6 aydan daha fazla süre geçmemesine dikkat edildi. Diş yüzeyleri stereomikroskopla incelenerek deney öncesinde hidrojen

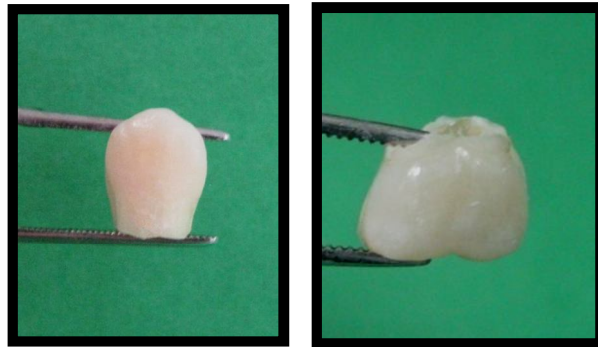
peroksit gibi herhangi bir kimyasal ajan ile muamele görmemiş olan, çatlak veya çürük içermeyen dişler kullanılmak üzere seçildi (Resim 1).



Resim 1: Çalışmada kullanılan diş örnekleri

3.1. Mine Örneklerinin Hazırlanması

Mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü, makaslama bağlanma kuvveti ve renk analizi deneyleri için dişlerin kökleri kronlarından elmas separey yardımıyla ayrıldı (Resim 2).



Resim 2: Kökleri kesilen diş örnekleri

Dişlerin bukkal yüzeyleri tabana paralel olacak şekilde soğuk akrile gömüldü. Akril polimerizasyonu sağlanır sağlanmaz örnekler distile suda bekletildi.

Hazırlanan mine örneklerinin yüzeyleri zımparalama ve parlatma cihazında (Mecapol P 230 presi, Fransa) sırası ile 300, 600 ve 800 gritlik silikon karbid zımparalar (Presi, Fransa) ile her bir zımpara 20 saniye süreyle kullanılarak su soğutması altında zımparalandı ve düzgün, pürüzsüz ve parlak mine yüzeyleri elde edildi.

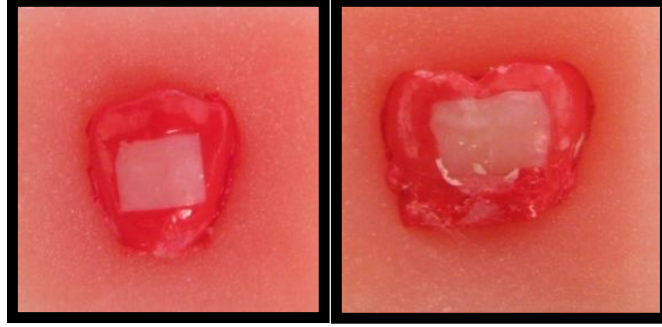
SEM analizinde dişlerin bukkal ve lingual yüzeylerine başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra bukkal yüzeylere deney materyalleri uygulanırken, lingual yüzeylere kontrol amacıyla herhangi bir uygulama yapılmadı.

3.2. Başlangıç Mine Lezyonlarının Oluşturulması

Çalışmamızda deney materyallerinin başlangıç mine çürüğüne etkisini incelemek amacıyla süt ve daimi diş minelerinde yapay başlangıç mine lezyonu oluşturuldu.

Mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü, makaslama bağlanma kuvveti testi, SEM analizi için kullanılacak dişlerde yapay çürüğün dişin orta üçlüsünde oluşturulması için pencere metodu kullanıldı. Dişlerin bukkal yüzeylerinde (SEM örneklerinde ayrıca lingual yüzeylerde de) etiketle 3x4 mm'lik dikdörtgen bir pencere bırakılarak diğer tüm yüzeyler asitten etkilenmeyen bir tırnak cilası ile iki kat kaplandı (Resim 3).

Renk analizinde kullanılan örneklerde tırnak cilası ölçümleri etkileyeceği için pencere metodu kullanılmadı. Dişlerin bukkal yüzeyleri bütün halinde demineralize edildi.



Resim 3: Akril bloklara yerleştirilen diş örnekleri

Başlangıç mine lezyonu oluşturmadan önce diş örnekleri Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'ndaki lazer floresans cihazı (Diagnodent PEN®, KaVo, Zürih) ile ölçümleri yapılarak sağlam skoru alınanlar (0-13) çalışmaya dahil edildi (Resim 4).

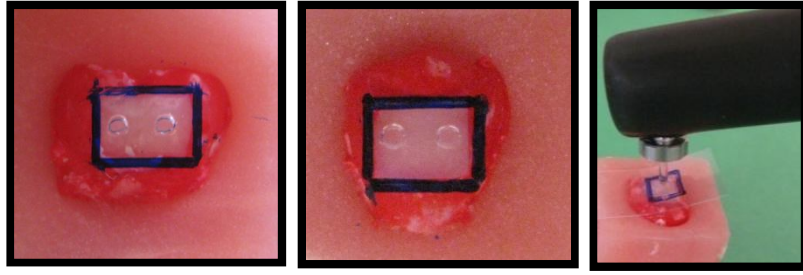


Resim 4: DIAGNodent PEN cihazı

Bu ölçüm için diş yüzeyinde oluşturulan 3x4 mm²'lik pencerenin dört köşesinden geçecek şekilde asetat şablon hazırlanıp 2 farklı noktada aletin düz yüzey ölçüm ucu kadar delikler oluşturuldu.

Böylece oluşturulan bu şablonla demineralizasyon sonrası aynı noktalardan tekrar ölçüm yapılabilir (Resim 5).

Renk analizindeki örneklerin diagnodent ölçümleri Lussi ve arkadaşlarının¹¹⁴ önerdikleri şekilde yüzey aletle taranarak elde edilen en yüksek sonuç değerlendirmeye alındı.



Resim 5: Şablon uygulanmış diş örnekleri ve Diagnodent PEN ile ölçümün yapılışı

Diagnodent PEN® (KaVo, Zürih) cihazı ile ölçüm sırasında düz yüzeylerde kullanılmak üzere geliştirilen 3'nolu prop ucu kullanıldı ve tüm ölçümler aynı alet ve aynı düz yüzey ucu ile gerçekleştirildi. Diagnodent PEN® ile yapılan ölçümler esnasında her örnek için öncelikle üretici firmanın uyarıları doğrultusunda cihazın seramik standartı ile kalibrasyonu yapıldı. Kalibrasyonun ardından, mine yüzeyleri 5 saniye hava ile kurutularak ölçümleri yapıldı.

Üretici firma tarafından belirlenen 0-13 arası değerler sağlıklı mineyi, 14-20 arası değerler başlangıç demineralizasyonunu, 21-29 arası değerler ileri demineralizasyonu, 30'dan büyük değerler ise dentin çürüğünü göstermektedir (Tablo 3).

Tablo 3: DIAGNOdent pen ile değerlendirme skoru

0-13	Sağlıklı diş
14-20	Başlangıç demineralizasyon
21-29	İleri demineralizasyon
>30	Dentin çürüğü

Diagnodent PEN® (KaVo, Zürih) cihazıyla ölçümler farklı zaman aralıklarında yapıldı. İlk ölçüm demineralizasyon işlemine başlamadan önce sağlıklı minede, sonraki ölçümler ise demineralizasyon işlemi tamamlanana kadar yapıldı. Tüm dişlerde DIAGNOdent PEN® (KaVo, Zürih) cihazı ile yapılan ölçümlerde 14-20 arası skor değeri elde edilene kadar demineralizasyon işlemine devam edildi. Yapılan bu ölçümler sayesinde oluşturulan başlangıç mine lezyonlarının tesbiti ve standardizasyonu sağlandı.

Çalışmamızda dişler üzerinde başlangıç mine lezyonu oluşturmak için kullanılan demineralizasyon solusyonu Tagaki ve arkadaşlarının¹¹⁵ önerdiği şekilde Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Kimya Anabilim Dalı'nda hazırlatıldı.

Demineralizasyon solüsyonu:

100 mmol/L laktat

3 mmol/L CaCl₂

1.8 mmol/L KH₂PO₄

% 1 karboksimetil selüloz içermekte olup, pH' ı 4.0' a ayarlandı.

Yapılan ön çalışmada başlangıç mine çürüklerinin oluşturulması için diş örnekleri araştırmacıların önerdiği solusyonda 37°C' de 1 gün süreyle etüvde bekletildi. Fakat DIAGNOdent PEN® ile yapılan ölçümlerde oluşturulan başlangıç mine lezyonu skorlanamadı. Bu nedenle dişler 14-20 arası skorlar elde edilene kadar (ortalama 96 saat) demineralizasyon solusyonunda bekletildi.

Diş üzerindeki birikintilerin uzaklaştırılması amacıyla demineralizasyon solusyonu hergün değiştirilerek diş örneklerinin bekletildiği kaplar gün içerisinde çalkalandı.⁶⁵

Demineralizasyon solusyonundan çıkarılan yapay başlangıç mine lezyonu oluşturulmuş diş örnekleri distile su ile yıkandıktan sonra deney materyalleri uygulanana kadar distile su içerisinde nemli ortamda muhafaza edildi.

Başlangıç mine lezyonuna deney materyalleri uygulandıktan sonra materyallerin yeni asit atağı karşısındaki değişimini inceleyebilmek için aynı demineralizasyon solusyonu 4 gün süreyle hergün değiştirilerek uygulandı.

3.3. Deney Materyallerinin Uygulanması

Rezin infiltrant Icon® (DMG, Hamburg, Almanya)'un uygulanması



Resim 6: Rezin infiltrant (Icon®)

- Diş yüzeyine 120 saniye %15'lik hidroklorik asit (HCl) uygulandı.
- Yüzey 30 saniye su ile yıkanarak hava spreyi ile kurutuldu.
- Kalan suyun uzaklaşması için 30 saniye etanolle yıkanarak 30 saniye hava spreyi ile kurutuldu.
- Kurutulmuş diş yüzeyine rezin infiltrant uygulanarak 3 dakika beklendi fazla materyal pamuk peletle alınarak 40 saniye ışıkla polimerize edildi.
- İnfiltrant bir kez daha tekrarlanıp 1 dakika sonra fazla materyal alınarak 40 saniye ışıkla tekrar polimerize edildi.

Işıklı sertleşen fissür örtücü Helioseal® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn)'in uygulanması



Resim 7: Işıklı sertleşen fissür örtücü (Helioseal®)

- Diş yüzeyine %30'luk fosforik asit uygulanarak 60 saniye beklendi.
- Asit su ile yıkanarak uzaklaştırıldı. Hava- su spreyi ile yüzey kurutularak asitlenmiş mat mine yüzeyi görülür hale geldi.
- Oluşturulan yüzey üzerine Helioseal® uygulandı. 15 saniye bekledikten sonra fazla materyal pamuk peletle alınarak 20 saniye ışıklı polimerize edildi.

Adeziv materyal Ambar® (FGM, Joinville, SC, Brezilya)'ın uygulanması



Resim 8: Adeziv materyal (Ambar®)

- Diş yüzeyine 15 saniye %37'lik fosforik asit (CondAc 37% - FGM) uygulandı.
- Yüzeydeki asit uzaklaştırılana kadar (15 saniye) su spreyi ile yıkandı.
- Islak yüzey 5 saniye hava spreyi ile hafifçe kurutuldu.
- Adeziv nemli yüzeye aplikatör yardımıyla sürülerek 10 saniye bekletildi.
- Aynı alana bir kat daha adeziv sürülerek 10 saniye bekletildi.
- 20 saniye hava spreyi ile kurutuldu. Böylece solventin buharlaşması sağlandı.
- 10 saniye ışıkla polimerize edildi.

3.4. Mikrosertlik Analizi

Mikrosertlik deneyi ölçümleri için Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Konservatif Tedavi Anabilim Dalı'nda bulunan Vicker's mikrosertlik test cihazı (HMV-II, Shimadzu, Japonya) kullanıldı (Resim 9). Hazırlanan her örnekte; sağlam mine yüzeyi, başlangıç mine çürüğü oluşturulduktan sonra, materyaller uygulandıktan 24 saat sonra ve tekrarlanan asit atağı sonrası olmak üzere dört kez ölçüm yapıldı.

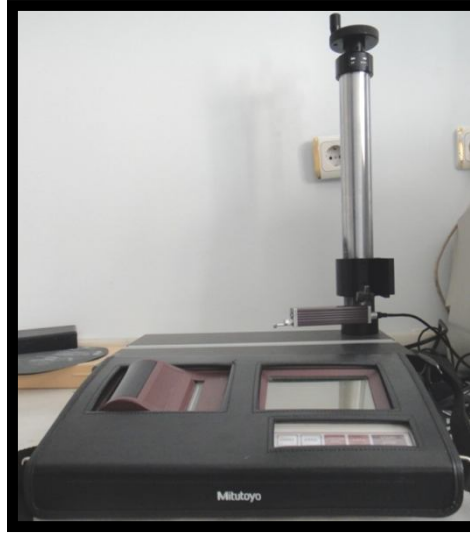


Resim 9: Vicker's mikrosertlik ölçüm cihazı

Örnekler test mikroskobunun altına konularak x40 büyütme okülerde net bir görüntü elde edilinceye kadar mikroskop tablası hareket ettirildi. Mine yüzeyine 15 saniye boyunca 300 gr (2,942 N) yük otomatik olarak uygulanarak örnekler üzerinde oluşan iz x40 büyütmede değerlendirilip bilgisayar ekranında beliren Vicker's sertlik değeri kaydedildi. Her örnekte 100 µm uzaklıkta 3'er ölçüm yapıldı. Bulunan değerlerin ortalaması alınarak, Vicker's sertlik değerleri elde edildi.⁹⁸

3.5. Yüzey Pürüzlülüğü Analizi

Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Konservatif Tedavi Anabilim Dalı'nda bulunan Surf test SJ- 301 yüzey profilometresi (Mitutoyo Manufacturing Ltd., Tokyo, Japonya) kullanılarak ortalama pürüzlülük değeri (R_a) ile tanımlandı (Resim 10).



Resim 10: Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı

Kullandığımız profilometre cihazının X eksenini ölçüm aralığı 12,5 mm ve Z eksenini hareketi 350 μ m'dir. Ölçüm hızı 0,5mm / sn'dir.

Örneklerin merkezinde olacak şekilde 3 farklı ölçüm yapılarak R_a değerleri kaydedildi ve her örnek için bu değerlerin ortalamaları alındı. Cihazın kalibrasyonu her 5 ölçümde bir tekrarlandı.

Hazırlanan her örnekte; sağlam mine yüzeyi, başlangıç mine çürüğü oluşturulduktan sonra, materyaller uygulandıktan 24 saat sonra ve tekrarlanan asit atağı sonrası olmak üzere dört kez ölçüm yapıldı.

3.6. Renk Analizi

Renk analizi için renk değerleri (L^* , a^* , b^*) Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan spektrofotometre (Vita Easyshade® Advance, Sackingen, Almanya) cihazı kullanılarak ölçüldü (Resim 11). Renk ölçümleri öncesinde, cihazın kalibrasyonu üretici firma talimatları doğrultusunda beyaz kalibrasyon plakası kullanılarak yapıldı.



Resim 11: Spektrofotometre Cihazı

Spektrofotometre cihazıyla her örnek için renk ölçülmesi CIEL*a*b* (Commission Internationale de L'Eclairage) renk sistemine göre yapıldı ve her örnekte 3' er ölçüm yapılarak ortalamaları alındı.

CIE $L^*a^*b^*$ Renk Sistemi üç koordinat içerir. L^* koordinatı rengin açıklık değerini verir, a^* ve b^* koordinatları kırmızı/yeşil ve sarı/mavi eksenlerindeki pozisyonları temsil etmektedir. $+a^*$ eksen rengin kırmızı yoğunluğunu, $-a^*$ eksen rengin yeşil yoğunluğunu, $+b^*$ eksen rengin sarı yoğunluğunu ve $-b^*$ eksen rengin mavi yoğunluğunu temsil eder.

Renk farklılığı (ΔE^*_{ab}), üç boyutlu renk uzayındaki iki nokta arasındaki farklılığın yönü ve büyüklüğünün matematiksel olarak hesaplanmasıdır.¹¹⁶ İki renk arasındaki renk farklılığını belirlemede aşağıdaki formülden yararlanılır.

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$$\Delta E^*_{ab} = ([L_2^* - L_1^*]^2 + [a_2^* - a_1^*]^2 + [b_2^* - b_1^*]^2)^{1/2}$$

L_1^* , a_1^* , b_1^* test öncesi ilk renk değerleri, L_2^* , a_2^* , b_2^* ise test sonrası renk değerleridir.¹¹⁷

Renk analizi testinde iki farklı deney yapıldı. Her iki deney için diş örnekleri düzgün yüzeyler elde etmek amacıyla zımparalandı. Örneklerin aynı pozisyonda standart şekilde konumlandırılması amacıyla dişler akrilik bloklara yerleştirildi. Bu sayede daha kolay renk ölçüm işleminin yapılabilmesi sağlandı.

3.6.1. Materyallerin Başlangıç Mine Lezyonunu Maskeleye Özelliğinin İncelenmesi

Renk analizi testinin ilk deneyinde başlangıç mine lezyonunun materyaller tarafından ne kadar maskelenebildiği araştırıldı. Bu amaçla hazırlanan her mine örneğinden sağlam mine, başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra, materyaller uygulandıktan 24 saat sonra renk ölçümü yapıldı. Sağlam mine - başlangıç mine lezyonu, sağlam mine - materyal uygulaması sonrası renk analizi farkları ΔE değeri olarak hesaplanarak birbiriyle karşılaştırıldı.

3.6.2. Materyallerin Renklenme Özelliklerinin İncelenmesi

İkinci deneyde uygulanan materyallerin çay, portakal suyu ve kakaolu süt içindeki renklenme miktarları hesaplanarak bu içeceklerin renklendirme miktarlarının birbiriyle karşılaştırılması yapıldı. Her örnek materyal uygulandıktan sonra ve portakal suyu, kakaolu süt ve hazırlanan çay içinde günde 10 dakika toplam 15 gün bekletildikten sonra distile suyla yıkanarak ölçümleri yapıldı. Başlangıç mine lezyonuna uygulanan materyalin içekte bekletildikten sonra oluşan renklenme değişimi (ΔE) materyaller, dişler ve içecekler açısından istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Diş örneklerine uygulanan renklendirici içecekler Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4: Diş örneklerine uygulanan renklendirici içecekler

Renklendirici içecek	Ürün adı
Çay	Lipton® (Yellow Label)
Portakal suyu	Cappy® (Pulpy Portakal)
Kakaolu süt	Nestle Nesquik®

Her gün yeniden hazırlanan çay solusyonu beş adet standart çay poşetinin (Lipton® Yellow Label) 500 ml'lik kaynar suya atılıp 10 dakika bekletilmesi ile hazır hale getirildi. Deneyde kullanılan diğer içecekler hazır olarak temin edildiği için bir işlem uygulanmadan hergün yeni bir kutu açılarak kullanıldı.

Her diş örneği, her gün 10 dakika süre ile ayrı ayrı renklendirici solusyonlara konuldu. Sürenin sonunda dişler solusyonlardan çıkarılarak 2 dakika distile suda yıkandı. Test periyodu dışında örnekler ayrı bölmeleri olan kapta 37 °C’de etüvde bekletildi.

3.7. Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope-SEM) Analizi

Diş örneklerinde oluşturulan başlangıç mine lezyonunun yapısı ve uygulanan deney materyallerinin başlangıç mine lezyonu ile ilişkisinin görüntüsünü elde edebilmek için Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Araştırma Laboratuvarları’ndaki Taramalı Elektron Mikroskobu (JEOL - JMS 6490 LV, Tokyo, Japonya) kullanıldı.

SEM incelemesi için hazırlanan örnekler Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Konservatif Tedavi Anabilim Dalı’nda bulunan kesme cihazı (Mecatome T 201 A Presi, Fransa) ile su soğutması altında dişteki lezyonlar ortalanacak şekilde buko-lingual yönde ikiye kesildi (Resim 12). Daha sonra kesit alanlarda görüntüyü engelleyecek smear tabakası kalmaması için iki kez 2 dakika % 15’ lik HCl ile yüzeyler silindi.¹¹⁸

Örneklerin yüzeyi iletkenliğin sağlanması için vakum cihazı altında yaklaşık 20 nm kalınlığında altın tozuyla kaplandı. Materyaller SEM ile değerlendirmelerin yapılabilmesi amacıyla, cihazdaki alüminyum tutucu tablaya sırayla yerleştirildi. Daha sonra örneklerin SEM’de yüzey görüntüleri incelendi.



Resim 12: SEM analizi için hazırlanan diş örnekleri

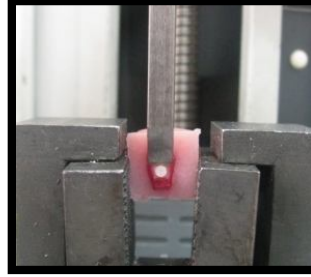
3.8. Makaslama Bağlanma Kuvveti Analizi

Çalışmanın bu kısmında Icon® ve Ambar® başlangıç mine lezyonuna uygulanarak üzerine akışkan bir kompozit yerleştirildi ve materyallerin makaslama bağlanma kuvvetleri incelendi. Bunun için Wiegand ve arkadaşlarının⁹ kullandığı yöntem uygulandı.

Mine örnekleri zımparalanarak deney için uygun düz mine yüzeyleri elde edildi. Düz yüzeylere pencere metoduyla tırnak cilası uygulandıktan sonra dişler akrile gömüldü. Dişler demineralize edildikten ve Diagnodent Pen® ile ölçüldükten sonra materyaller uygulandı. Hazırlanan diş örneklerine akışkan kompozitin (Tetric EvoFlow, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) standart şekilde uygulanabilmesi için iç çapı 3mm yüksekliği 4mm olan silindirik şeffaf kalıplar hazırlandı. Kompozit 1.5 mm'lik iki tabaka halinde uygulandı ve 60 saniye ışıkla polimerize edildi. Bu işlemlerden sonra örnekler distile suda 37°C' de 24 saat etüvde bekletildi.

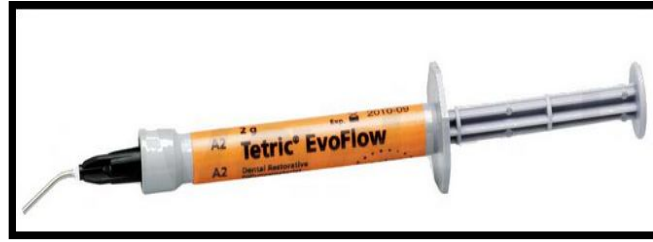
Makaslama bağlanma kuvveti testi için Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'ndaki Instron cihazı (Lloyd; Fareham, Hants, İngiltere) kullanıldı. Kuvvet “knife-edge” uç kullanılarak, diş yüzeyine paralel olacak şekilde, adeziv / infiltrant ve kompozitin birleşme bölgesine, materyal dişten ayrılıncaya kadar

1mm/dakika hız olacak şekilde uygulandı. Kuvvet değerleri Mpa cinsinden değerlendirildi (Resim 13).



Resim 13: Makaslama bağlanma kuvvetinin uygulanması

Makaslama bağlanma kuvveti analizi sonrası elde edilen kırılma yüzeyleri (adeziv-koheziv-karışık tip) Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Bölümü'ndeki stereomikroskop (Leica MZ 12; Leica AG, Heerbrugg,İsviçre) kullanılarak x25 büyütmede incelendi.



Resim 14: Akışkan kompozit

Örneklerin kırılma yüzeylerindeki başarısızlık modları aşağıdaki kopma tiplerine göre yapılmıştır:

- Adeziv tip kopma (kopma diş ile adeziv ara yüzeyinde)
- Koheziv tip kopma (kopma tamamen diş ya da tamamen akışkan kompozitte)

- Karışık tip kopma (kopma alanı kısmen adeziv kısmen koheziv) olacak şekilde değerlendirildi.

3.9. İstatistiksel Analiz

Çok boyutlu veri kümeleri ile çalışırken gözlemler (dişler) ve değişkenler (ölçümler) arasındaki ilişkilerin iki boyutlu bir grafik yardımı ile görsel olarak sunulması hem araştırmacının yorumlarını zenginleştiren hem de deneysel sonuçların okuyuculara aktarılmasını kolaylaştıran bir yöntemdir. İstatistik alanında bu konuda “değişik disiplinlerinde” kullandığı bir yöntem Robust - CoPlot’dur.

Sunulan çalışmada da üç farklı materyalin süt ve daimi dişlerin üzerindeki performansını görsel olarak sunabilmek için bu analiz yönteminden yararlanıldı. Bulgular bölümünde öncelikle mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü deney sonuçları, Robust- CoPlot analizi sonucu elde edilen grafikler üzerinde verilerek; daha sonra derinlemesine yorumlar yapabilmek amacıyla hipotez testleri sunuldu.

Hipotez testlerinde verilerin analizi SPSS for Windows 11.5 paket programında yapıldı. Sürekli değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Shapiro Wilk testiyle varyansların homojenliği ise Levene testiyle araştırıldı. Tanımlayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalanca (çeyrekler arası genişlik) olarak kategorik değişkenler ise örnek sayısı şeklinde ifade edildi.

Gruplar arasında ortalanca değerler yönünden farkın önemliliği bağımsız grup sayısı iki olduğunda Mann Whitney U testi ile ikiden fazla grup arasındaki farkın önemliliği ise Kruskal Wallis testi ile incelendi. Kruskal Wallis test istatistiği sonucunun önemli bulunması halinde farka neden olan durumları tespit etmek amacıyla Conover’in parametrik

olmayan çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Kategorik değişkenler Pearson'un Ki-Kare testiyle değerlendirildi.

Gruplar içerisinde yapılan işlemlere göre mikrosertlik ve yüzey pürüzlüğü ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı değişim olup olmadığı Friedman testiyle araştırıldı. Friedman test istatistiği sonucunun önemli bulunması halinde farka neden işlemleri tespit etmek amacıyla Wilcoxon İşaret testi kullanıldı.

Renk analizi yönünden materyal grupları arasında anlamlı fark olup olmadığı Kruskal Wallis testiyle araştırıldı. Benzer şekilde çay, portakal suyu ve kakaolu süt ile yapılan ölçümler arasındaki farkın önemliliği de Kruskal Wallis testiyle incelendi. Kruskal Wallis test istatistiği sonucunda anlamlı fark görülmesi halinde Conover'in Çoklu Karşılaştırma testi kullanılarak farka neden olan durumlar tespit edildi. Süt ve daimi dişler arasındaki farkın önemliliği ise Mann Whitney U testiyle araştırıldı. Alt gruplar içerisinde ΔE_1 ve ΔE_2 ölçümleri arasında anlamlı fark olup olmadığı ise Wilcoxon İşaret testiyle araştırıldı.

Bağlanma kuvveti yönünden materyal grupları arasında anlamlı fark olup olmadığı Kruskal Wallis testiyle araştırıldı. Kruskal Wallis test istatistiği sonucunda anlamlı fark görülmesi halinde Conover'in Çoklu Karşılaştırma testi kullanılarak farka neden olan durumlar tespit edildi. Süt ve daimi dişler arasındaki farkın önemliliği ise Mann Whitney U testiyle araştırıldı.

Kopma tiplerinin streomikroskopta incelenmesi sonucunun materyal veya diş tipine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediği ise Fisher's Exact testiyle incelendi.

$p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Ancak, olası tüm çoklu karşılaştırmalarda Tip I hatayı kontrol edebilmek için Bonferroni D zetlemesi yapıldı.

4. BULGULAR

Çalışmanın sonuçları mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü, renk, SEM ve makaslama bağlanma kuvveti analizi bulguları olmak üzere beş ana başlıkta sunuldu. Ayrıca mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin Robust- CoPlot analizleri hipotez testleri yorumları öncesinde verildi.

4.1. Mikrosertlik ve Yüzey Pürüzlülüğü Analizine Ait Bulguların Robust-CoPlot ile İncelenmesi

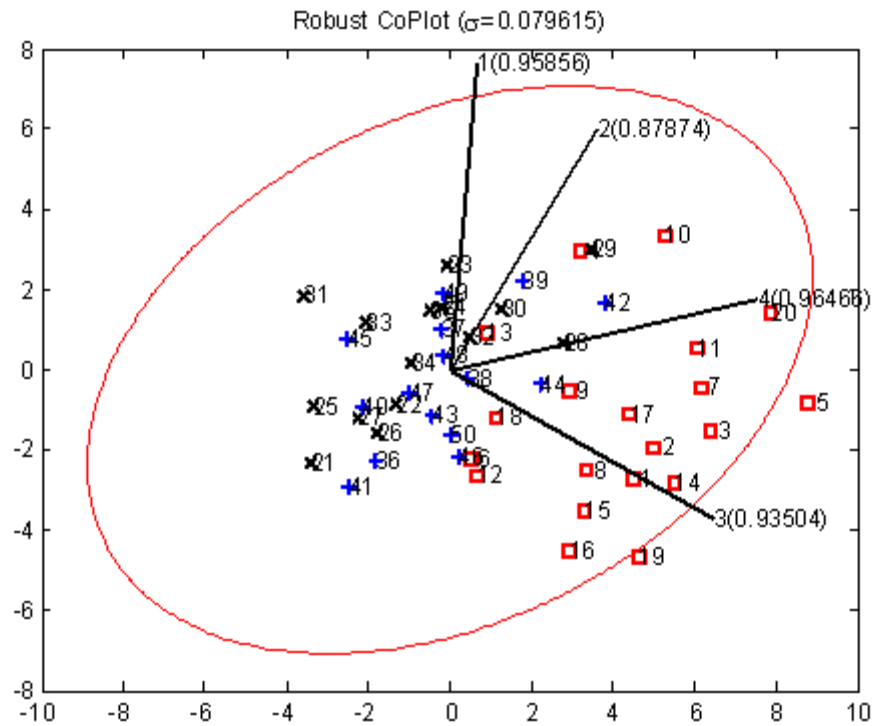
Robust-CoPlot analizindeki grafikte yer alan elips ‘tolerans elips’ olarak adlandırılır ve elipsin içinde yer alan gözlemler ‘düzenli gözlemler’, dışında yer alanlar ise ‘aykırı değerler’ olarak sınıflandırılır. Elipsin orta noktası düzenli gözlemlerin ortalamasına karşılık gelir. Her bir değişkene karşılık gelen vektörler için orjin bu ortalamadır. Vektörün yönü ve büyüklüğü ise düzenli gözlemlerin o değişkene olan katkıları ile ilişkilidir.

Her bir vektör aynı diğten alınan farklı ölçümleri ifade eder ve vektörler arasındaki açı bu ölçümlerin birbirleriyle olan ilişkisini ortaya koyar. İki vektör arasındaki açı azaldıkça ilgili ölçümlerin birbiri ile olan ilişkisi artar. Aynı doğrultuda ters yönlü vektörler bu iki ölçümün birbiri ile yüksek ama ters bir ilişkide olduğunu, dik olan vektörler ise iki ölçümün ilişkisiz olduğunu gösterir.

Grafikte vektörün gösterdiği gözlemler, ilgili ölçüme katkısı büyük olan gözlemlerdir. Çalışmamızda vektörün işaret ettiği materyal o ölçüm üzerinde diğer materyallere göre daha etkili olduğunu

göstermektedir. Benzer biçimde vektöre ters yönde kalan gözlemler ise o ölçüme etkisi ortalama değerden daha az olan materyali gösterir.

Her iki diş grubu için ayrı ayrı oluşturulmuş grafikler üzerinde yorumlar yapılmıştır (Grafik 1,2,3,4).



Grafik 1: Daimi diş grubu mikrosertlik ölçümlerinin Robust – CoPlot analizi (kırmızı renk Icon®’u- mavi renk Helioseal®’ı- siyah renk Ambar®’ı göstermektedir. 1 nolu vektör: sağlam mine, 2 nolu vektör: başlangıç mine lezyonu, 3 nolu vektör: materyal uygulandıktan sonra, 4 nolu vektör: yeni asit atağı sonrası ölçümlerini gösterir.)

Daimi dişlerde sağlam mine mikrosertlik değeri başlangıç mine lezyonunun mikrosertlik değeriyle yakın ilişkilidir. (Kullanılan dişin yapısı oluşturulan başlangıç mine lezyonunu etkilemektedir.)

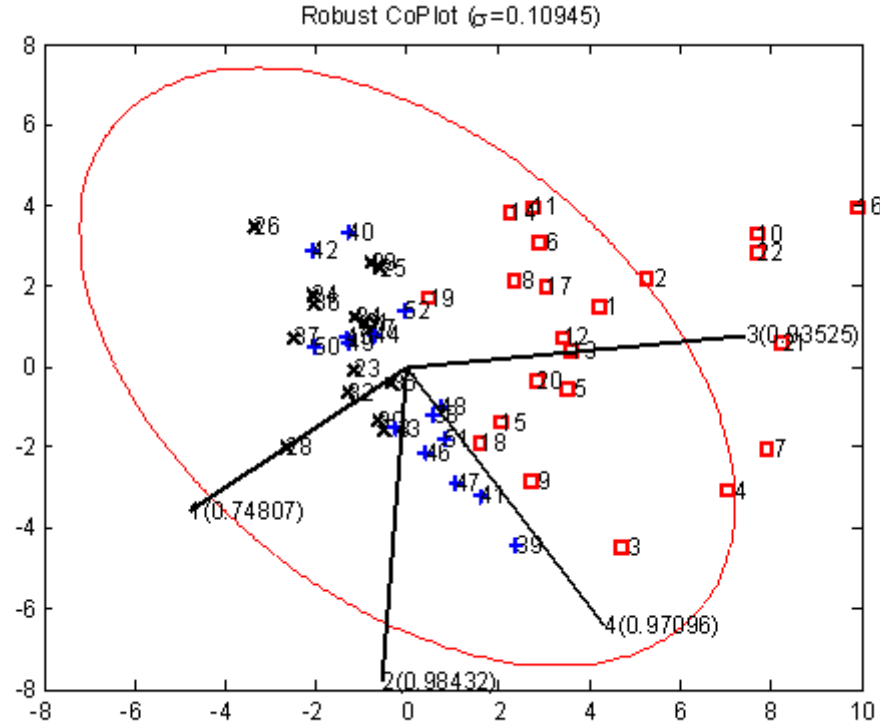
Daimi dişlerde başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra ölçümlenen mikrosertlik değeri, bu lezyona malzeme uygulanması sonrası

yapılan ölçümlerin mikrosertlik değerleri ile ilişkili değildir. Bu durum materyallerin başarıyla uygulandığını göstermektedir.

Sağlam mine mikrosertlik değeri ile yeni asit atağı sonrası yapılan ölçümler arasında bir ilişki gözlenmemiştir. (Dişlerde başlangıç mine lezyonlarının oluşturulması başarıyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca 1 ve 4' nolu vektörlerin ilişkisine bağlı olarak deneyin sağlam mine yüzeyinden bağımsız olduğu görülmektedir. Bu sonuç deneyin her grup için standart yapıldığını göstermektedir.)

Başlangıç mine lezyonuna uygulanan materyaller açısından mikrosertlik değerleri karşılaştırıldığında en başarılı materyalin Icon® olduğu gözlenmiştir. (Kırmızı renkle gösterilen Icon® materyali en fazla 3 numaralı vektör çevresinde kümelenmiştir. Bu durum Icon® grubunun ortalama ve ortalamanın üzerinde mikrosertlik değerleri verdiğini gösterir. Siyah ve mavi renkteki gözlemler bir kümelenme oluşturmadıkları için, Helioseal® ve Ambar® materyalleri mikrosertlik açısından birbirlerine üstünlük göstermemiştir.)

Yeni asit atağı sonrası (4 numaralı vektör) materyallerin mikrosertlik değerlerine bakıldığında Icon® en başarılı bulunmuştur. Bu materyali Helioseal® ve Ambar®'ın izlediği görülmüştür.



Grafik 2: Süt diş grubu mikrosertlik ölçümlerinin Robust – CoPlot analizi (kırmızı renk Icon®’u- mavi renk Helioseal®’ı- siyah renk Ambar®’ı göstermektedir. 1 nolu vektör: sağlam mine, 2 nolu vektör: başlangıç mine lezyonu, 3 nolu vektör: materyal uygulandıktan sonra, 4 nolu vektör: yeni asit atağı sonrası ölçümlerini gösterir.)

Süt dişlerinde sağlam mine mikrosertlik değeri başlangıç mine lezyonunun mikrosertlik değeriyle yakın ilişkilidir. (Kullanılan dişin yapısı oluşturulan başlangıç mine lezyonunu etkilemektedir.)

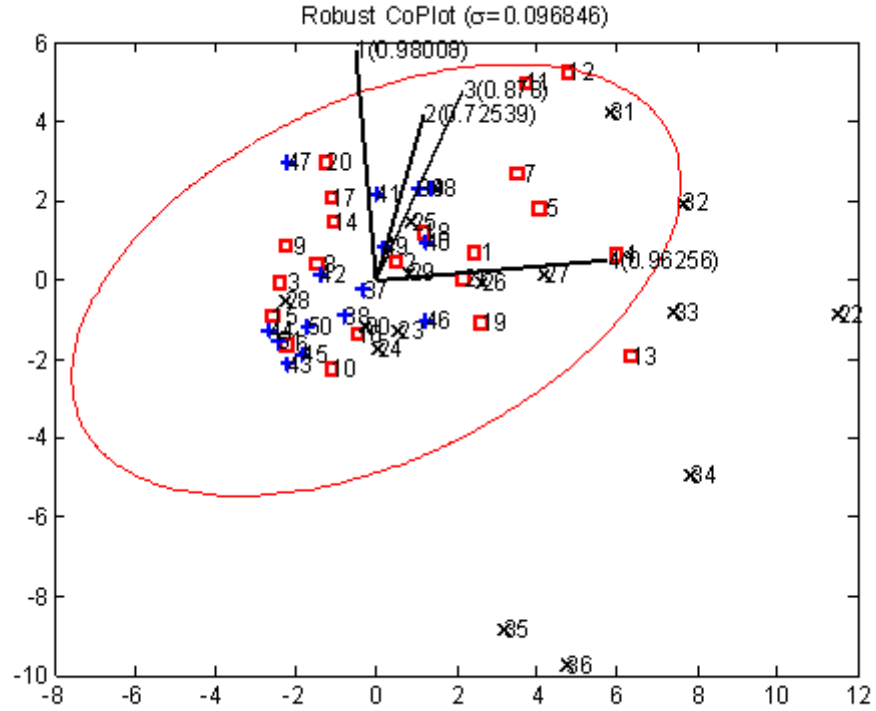
Süt dişlerinde başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra ölçülen mikrosertlik değeri, bu lezyona malzeme uygulanması sonrası yapılan ölçümlerin mikrosertlik değerleri ile ilişkili değildir. Bu durumda materyallerin başarıyla uygulandığını göstermektedir.

Sağlam mine mikrosertlik değeri ile yeni asit atağı sonrası yapılan ölçümler arasında bir ilişki gözlenmemiştir. (Dişlerde başlangıç mine lezyonları başarıyla oluşturulmuştur. 1 ve 4’ nolu vektörlerin ilişkisine

bağlı olarak deneyin sağlam mine yüzeyinden bağımsız olduğu görülmektedir. Bu sonuç deneyin her grup için standart şekilde düzenlendiğini göstermektedir.)

Başlangıç mine lezyonuna uygulanan materyaller açısından mikrosertlik değerleri karşılaştırıldığında en başarılı materyalin Icon® olduğu gözlenmiştir. (Kırmızı renkle gösterilen Icon® materyalinin en fazla 3 numaralı vektör çevresinde kümelendiği ve Icon® grubunun ortalama ve ortalamanın üzerinde mikrosertlik değerleri verdiğini görülmektedir. Siyah ve mavi renkteki gözlemler bir kümelenme oluşturmadıkları için, Helioseal® ve Ambar® materyalleri mikrosertlik açısından birbirlerine üstünlük göstermemiştir.)

Yeni asit atağı sonrası (4 numaralı vektör) materyallerin mikrosertlik değerlerine bakıldığında Icon® en başarılı bulunmuştur. Bu materyali Helioseal® ve Ambar®'ın izlediği görülmüştür.



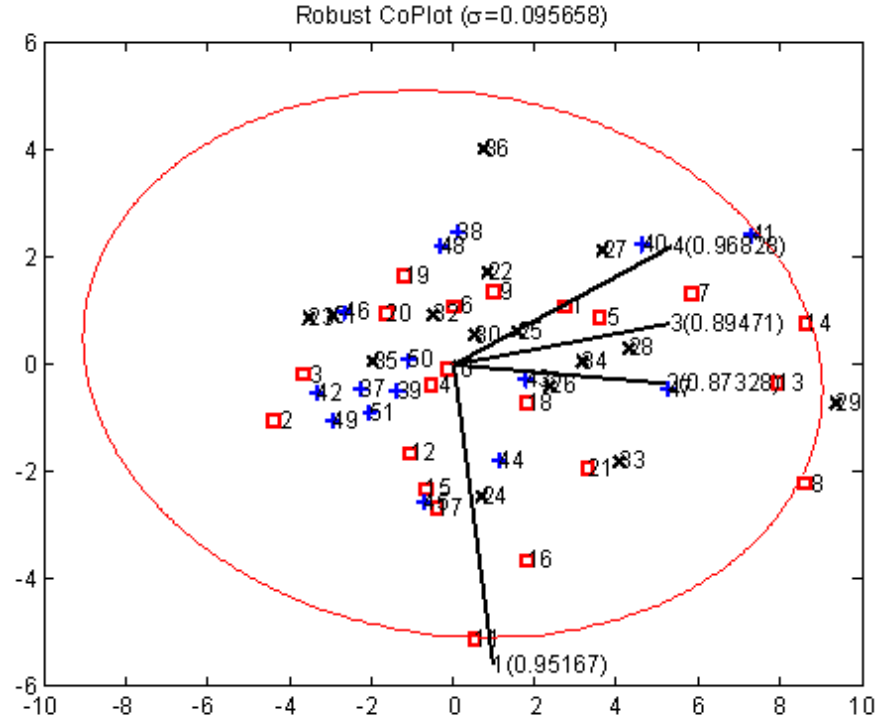
Grafik 3: Daimi diş grubu yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin Robust – CoPlot analizi (kırmızı renk Icon®, u- mavi renk Helioseal®, siyah renk Ambar®'ı göstermektedir. 1 nolu vektör: sağlam mine, 2 nolu vektör: başlangıç mine lezyonu, 3 nolu vektör: materyal uygulandıktan sonra, 4 nolu vektör: yeni asit atağı sonrası ölçümlerini gösterir.)

Daimi diş sağlam mine yüzeyinin yüzey pürüzlülüğü ile yeni asit atağı sonrası yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında bir ilişki yoktur. (Sağlam minenin yüzey pürüzlülüğü deney sonuçlarını etkilememektedir.)

Daimi dişlere uygulanan materyallerin yüzey pürüzlülüğü ile başlangıç mine lezyonun yüzey pürüzlülüğü arasında bir ilişki gözlenmiştir. (Başlangıç mine lezyonunun yüzey pürüzlülüğü uygulanan materyalin pürüzlülüğünü etkilemektedir.)

Daimi dişlere materyaller uygulandıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü ölçümleri değerlendirildiğinde en az pürüzlülük gösteren materyalin Helioseal® olduğu gözlenmiştir.

Yeni asit atağı sonrası yüzey pürüzlülüğü ölçümleri değerlendirildiğinde en az pürüzlülük gösteren materyalin Helioseal® olduğu gözlenmiştir



Grafik 4: Süt dişi grubu yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin Robust – CoPlot analizi (kırmızı renk Icon®, u- mavi renk Helioseal®, siyah renk Ambar®'ı göstermektedir. 1 nolu vektör: sağlam mine, 2 nolu vektör: başlangıç mine lezyonu, 3 nolu vektör: materyal uygulandıktan sonra, 4 nolu vektör: yeni asit atağı sonrası ölçümlerini gösterir.)

Süt dişlerinde sağlam mine yüzeyinin yüzey pürüzlülüğü ile yeni asit atağı sonrası yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında bir ilişki yoktur. (Sağlam minenin yüzey pürüzlülüğü deney sonuçlarını etkilememektedir.)

Süt dişlerine uygulanan materyallerin yüzey pürüzlülüğü ile başlangıç mine lezyonun yüzey pürüzlülüğü arasında bir ilişki gözlenmiştir.

(Başlangıç mine lezyonunun yüzey pürüzlülüğü uygulanan materyalin pürüzlülüğünü etkilemektedir.)

Süt dişlerine materyaller uygulandıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü ölçümleri değerlendirildiğinde en az pürüzlülük gösteren materyalin Helioseal® olduğu gözlenmiştir.

Yeni asit atağı sonrası yüzey pürüzlülüğü ölçümleri değerlendirildiğinde en az pürüzlülük gösteren materyalin Helioseal® olduğu gözlenmiştir.

4.2. Mikrosertlik Analizine Ait Bulgular

Çalışmamızda aynı diş örneği üzerinde; sağlam mine yüzeyi, yapay olarak oluşturulan başlangıç mine lezyonu, materyaller uygulandıktan sonra ve materyallerin yeni asit atağı sonrası yüzey mikrosertlik değerleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler ve karşılaştırmaları Tablo 5'te ve Grafik 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5: Yüzey mikrosertlik değerlerinin materyal ve diş tipi yönünden karşılaştırılması

Değişkenler	Sağlam Mine Yüzeyi	Başlangıç Mine Lezyonu	Materyal Uygulandıktan Sonra (MS)	Yeni Asit Atağı Sonrası	p-değeri
	Ort (min-max)	Ort (min-max)	Ort (min-max)	Ort (min-max)	
Icon®					
Daimi Diş	285,7 (261,3-302,3) ^{a,b}	59,7 (51,5-67,5) ^{a,c}	125,4 (97,3-145,3) ^{b,c,d}	69,2 (61,9-77,4) ^d	<0,001
Süt Dişi	264,0 (216,0-294,0) ^{a,b}	53,6 (46,1-62,0) ^{a,c}	122,3 (99,3-145,8) ^{b,c,d}	65,4 (55,4-72,4) ^d	<0,001
Ambar®					
Daimi Diş	284,0 (265,3-315,3) ^{a,b}	55,5 (47,4-64,3) ^a	55,7 (50,5-65,2) ^{b,d}	45,4 (40,0-53,3) ^d	<0,001
Süt Dişi	264,0 (250,0-285,7) ^{a,b}	54,1 (47,9-60,2) ^a	59,1 (55,5-64,3) ^{b,d}	50,5 (41,4-51,2) ^d	<0,001
Helioseal®					
Daimi Diş	278,8 (252,1-301,3) ^{a,b}	53,3 (47,1-58,2) ^a	59,8 (52,3-67,9) ^b	55,5 (49,2-64,2)	<0,001
Süt Dişi	257,3 (231,0-285,0) ^{a,b}	60,2 (49,8-65,5) ^a	64,3 (55,5-70,4) ^b	60,5 (52,3-66,7)	<0,001

a: Sağlam mine ile başlangıç mine lezyonu yüzey mikrosertlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,0014), b: Sağlam mine ile MS yüzey mikrosertlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,0014), c: Başlangıç mine lezyonu ile MS yüzey mikrosertlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,0014), d: MS ile yeni asit atağı uygulaması sonrası yüzey mikrosertlik değeri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,0014).

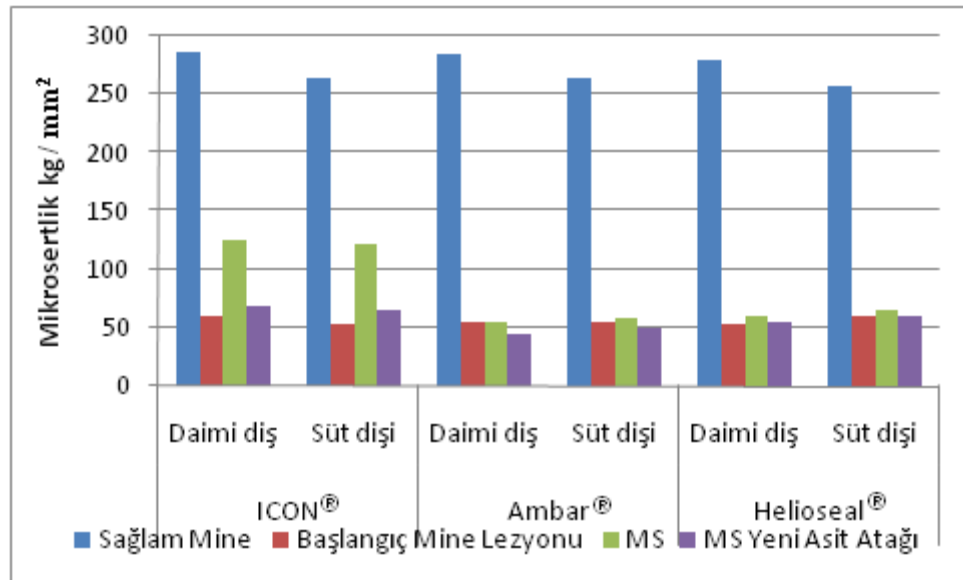
Süt ve daimi dişlerde; sağlam mine yüzeyi ve başlangıç mine lezyonu yüzey mikrosertlik ölçümleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. (p<0,001).

Süt ve daimi dişlerde her üç materyal uygulandıktan sonraki yüzey mikrosertliği sağlam mine yüzeyi ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0,001). Materyallerin yüzey sertlikleri Icon®'da sağlıklı minenin ortalama olarak yarısından daha düşükken, Ambar® ve Helioseal® gruplarında değerler birbirine yakın olup sağlıklı mineye ve Icon® grubuna göre oldukça düşüktür. (Sağlıklı; daimi diş: 285,7/süt dişi: 264,0 > Icon®; daimi diş: 125,4/ süt dişi: 122,3 > Helioseal®; daimi diş: 59,8 / süt dişi: 64,3 > Ambar®; daimi diş: 55,7/ süt dişi: 59,1)

Süt ve daimi dişler için Icon® grubunda başlangıç mine lezyonu ve başlangıç mine lezyonuna materyal uygulandıktan sonraki

mikrosertlik ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). Aynı karşılaştırma süt ve daimi diş Ambar® grupları ve Helioseal® grupları mikrosertlik ölçümleri için yapıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,001$). Ambar® ve Helioseal materyallerinin mikrosertlik değerlerinin Icon®'a göre oldukça düşük olduğu görülmüştür.

Icon® ve Ambar® gruplarında materyal uygulama sonrası ve yeni asit atağına maruz bırakılması sonucunda elde edilen mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. ($p < 0,001$). Her iki materyalin yeni asit atağı sonrasındaki mikrosertlik değerinde anlamlı bir azalma olduğu bulgulanmıştır. Helioseal® grubunda ise yeni asit atağı sonrasında mikrosertlik değerleri azalma göstermiş, ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,001$).



Grafik 5: Sağlam mine, başlangıç mine lezyonu, başlangıç mine lezyonuna materyal uygulandıktan sonra (MS), MS yeni asit atağı uygulanması sonrası ölçülen yüzey mikrosertlik değerlerinin birbiriyle ve diş tipleri açısından karşılaştırılması

Başlangıç mine lezyonu (T_1)- sağlam mine yüzeyi (T_0) , başlangıç mine lezyonuna materyal uygulama sonrası (T_2)- Sağlam mine yüzeyi, başlangıç mine lezyonuna materyal uygulama sonrası (MS)- Başlangıç mine lezyonu, MS yeni asit atağı (T_3) - başlangıç mine lezyonuna materyal uygulama sonrası yüzey mikrosertlik ölçümlerinin farkının süt ve daimi dişler ile uygulanan materyale göre karşılaştırılması Tablo 6'daki gibidir.

Tablo 6: Yüzey mikrosertlik ölçümleri arasındaki farkın materyal ve diş tiplerine göre karşılaştırılması

Değişkenler	Icon®	Ambar®	Helioseal®	p-değeri ^a
	Ort (max-min)	Ort (max-min)	Ort (max-min)	
T_1-T_0				
Daimi Diş	-221,8 (-236,4 - -208,8)	-228,5 (-259,0 - -215,0)	-221,3 (-253,5 - -193,9)	0,448
Süt Dişi	-209,0 (-231,7 - -166,8)	-209,0 (-230,5 - -197,1)	-205,3 (-222,9 - -172,5)	0,494
p-değeri ^b	0,202	0,045	0,098	
T_2-T_0				
Daimi Diş	-154,3(-183,9 - -116,0) ^{c,d}	-232,9 (-257,7 - -209,0) ^c	-213,8 (-248,9 - -196,0) ^d	<0,001
Süt Dişi	-118,2(-163,0 - -111,7) ^{c,d}	-213,7 (-225,0 - -194,1) ^c	-199,4 (-220,7 - -165,7) ^d	<0,001
p-değeri ^b	0,148	0,045	0,116	
T_2-T_1				
Daimi Diş	64,0 (35,9 - 95,0) ^{c,d}	4,2 (1,3-5,7) ^c	6,5 (4,6-8,3) ^d	<0,001
Süt Dişi	72,9 (40,3 - 101,1) ^{c,d}	2,8 (1,5 - 9,3) ^c	4,3 (2,9-6,3) ^d	<0,001
p-değeri ^b	0,539	0,902	0,187	
T_3-T_2				
Daimi Diş	-44,0 (-81,7 - -33,2) ^{c,d}	-10,3 (-13,6 - -7,8) ^c	-5,1 (-6,6 - -3,7) ^d	<0,001
Süt Dişi	-68,4 (-84,1 - -29,9) ^{c,d}	-7,9 (-12,3 - -7,2) ^c	-3,2 (-6,0 - -1,0) ^d	<0,001
p-değeri ^b	0,653	0,461	0,106	

T_1-T_0 : Başlangıç mine lezyonu – Sağlam mine yüzeyi, T_2-T_0 : Başlangıç mine lezyonuna MS – Sağlam Mine yüzeyi, T_2-T_1 : Başlangıç mine lezyonuna MS – Başlangıç mine lezyonu, T_3-T_2 : MS Yeni Asit Atağı – Başlangıç mine lezyonuna MS, a: Süt ve daimi dişler içerisinde materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0,0042$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, b: Materyaller içerisinde süt ve daimi dişler arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0,0028$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, c: Icon® grubu ile Ambar® grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$), d: Icon® grubu ile Helioseal® grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$)

Bu tabloya göre süt ve daimi dişler için başlangıç mine lezyonu – sağlam mine yüzeyi mikrosertlik ölçümleri arasındaki fark (T_1-T_0)

karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,0028$).

Süt ve daimi dişler için başlangıç mine lezyonuna materyal uygulandıktan sonra – sağlam mine yüzeyi mikrosertlik ölçümleri arasındaki fark (T_2-T_0) Icon® ve Ambar® grupları ile Icon® ve Heliocore® grupları için istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p < 0,001$), Heliocore® ve Ambar® grupları için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,001$). Sağlıklı süt ve daimi diş minesinin mikrosertlik değerine en yakın olan materyal T_2-T_0 farkı en az olan Icon® olduğu görülmüştür.

Materyal uygulandıktan sonra yüzey mikrosertlik değeri ile başlangıç mine lezyonu yüzey mikrosertlik değerleri arasındaki farkın (T_2-T_1); Icon® grubunda diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha fazla olduğu bulgulanmıştır. ($p<0,0042$)

Her iki diş grubunda materyal uygulandıktan sonra yeni asit atağına maruz bırakılması - başlangıç mine lezyonuna materyal uygulama sonrası yüzey mikrosertlik değerleri arasındaki fark (T_3-T_2) Icon® ve Ambar® grupları ile Icon® ve Heliocore® grupları için karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p<0,001$), Ambar® ve Heliocore® grupları için istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,001$). Icon® uygulanan grup yeni asit atağına karşı diğer gruplara göre daha fazla değişime uğramıştır. En az etkilenen Heliocore® olmuştur.

Tüm materyaller için elde edilen yüzey mikrosertlik değerleri arasındaki fark (T_2-T_0 , T_2-T_1 , T_3-T_2) süt ve daimi dişler açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,0028$).

4.3. Yüzey Pürüzlülüğü Analizine Ait Bulgular

Çalışmamızda aynı diş örneği üzerinde sağlam mine yüzeyi, yapay olarak oluşturulan başlangıç mine lezyonu, materyaller uygulandıktan sonra ve materyalin yeni asit atağı sonrası yüzey pürüzlülüğü değerleri ölçüldü. Elde edilen veriler ve karşılaştırmaları Tablo 7’de ve Grafik 6’da gösterilmektedir.

Tablo 7: Yüzey pürüzlülüğü değerlerinin materyal ve diş tipi yönünden karşılaştırılması

Değişkenler	Sağlam Mine Yüzeyi	Başlangıç Mine Lezyonu	Materyal Uygulandıktan Sonra (MS)	Yeni Asit Atağı	p-değeri
Icon®					
Daimi Diş	0,48 (0,21-0,59) ^{a,b}	1,84 (1,07-2,34) ^{a,c}	0,77 (0,60-1,44) ^{b,c,d}	1,41 (0,80-1,70) ^d	<0,001
Süt Dişi	0,30 (0,27-0,39) ^{a,b}	1,53 (1,24-2,20) ^{a,c}	0,84 (0,63-1,42) ^{b,c,d}	1,13 (0,90-1,50) ^d	<0,001
Ambar®					
Daimi Diş	0,37 (0,12-0,52) ^{a,b}	1,56 (1,11-2,60) ^a	1,10 (0,68-1,40) ^{b,d}	1,80 (1,20-3,00) ^d	<0,001
Süt Dişi	0,22 (0,16-0,35) ^{a,b}	1,63 (1,27-1,86) ^a	1,15 (0,76-1,27) ^{b,d}	1,65 (0,99-2,35) ^d	<0,001
Helioseal®					
Daimi Diş	0,38 (0,14-0,72) ^a	1,90 (1,55-2,20) ^{a,c}	0,56 (0,43-0,88) ^{c,d}	0,99 (0,72-1,20) ^d	<0,001
Süt Dişi	0,27 (0,17-0,41) ^a	1,33 (1,15-2,40) ^{a,c}	0,61 (0,49-1,17) ^{c,d}	1,05 (0,70-1,31) ^d	<0,001

a: Sağlam mine yüzeyi ile başlangıç mine lezyonu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,0014$), b: Sağlam mine yüzeyi ile MS arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,0014$), c: Başlangıç Mine lezyonu ile MS arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,0014$), d: MS ile yeni asit atağı arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,0014$).

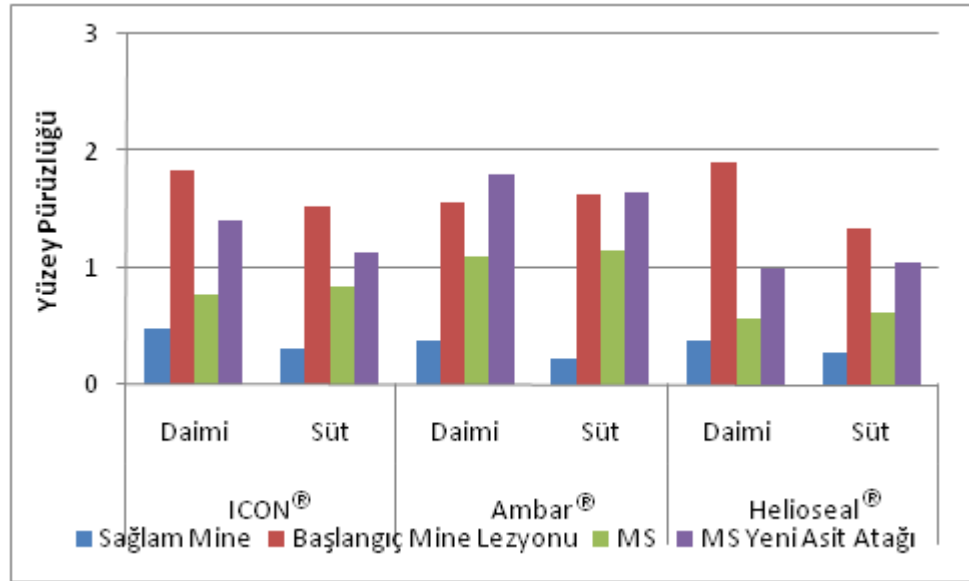
Süt ve daimi dişlerde; sağlam mine yüzeyi ile başlangıç mine lezyonu yüzey pürüzlülüğü ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$).

Süt ve daimi dişlerde Icon® ve Ambar® materyalleri başlangıç mine lezyonuna uygulandıktan sonraki yüzey pürüzlülük değeri sağlam mine ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,001$). Helioseal® gubunda ise hem süt hem daimi dişler için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,001$). Materyallerin

yüzey pürüzlülükleri sağlam mine yüzeyi ile karşılaştırıldığında Helioseal® en yakın değerleri verirken, bu grubu Icon® ve Ambar® izlemiştir.

Başlangıç mine lezyonuna uygulanan tüm materyaller yüzey pürüzlülüğünü azaltmıştır. Ancak bu azalma Ambar® grubunda süt ve daimi dişler için istatistiksel olarak bir anlamlılık ifade edecek düzeyde değildir ($p>0,001$). Yüzey pürüzlülüğü ortanca değerleri üç materyal arasında karşılaştırıldığında pürüzlülük sırası ile Ambar® > Icon® > Helioseal® şeklindedir.

Yeni asit atağı sonrasında tüm gruplarda materyallerin yüzey pürüzlülüğü istatistiksel olarak anlamlı şekilde artış göstermiştir ($p<0,001$).



Grafik 6: Sağlam mine, başlangıç mine lezyonu, başlangıç mine lezyonuna MS, MS örneklerine yeni asit atağı uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerinin birbiriyle ve süt ile daimi diş açısından karşılaştırılması

Yapılan değerlendirmeye göre materyal uygulama sonrası en pürüzlü yüzeylerin Ambar® grubunda olduğu görülmektedir. Materyal uygulama sonrası örneklerine yeni asit atağı uygulaması sonrası yüzey

pürüzlülüğünün yine Ambar® > Icon® > Heliaseal® şeklinde olduğu görülmektedir (Grafik 6).

Başlangıç mine lezyonu (T₁)- Sağlam mine yüzeyi (T₀) , Başlangıç mine lezyonuna materyal uygulandıktan sonra (T₂)- Sağlam mine yüzeyi, Başlangıç mine lezyonuna materyal uygulandıktan sonra- Başlangıç mine lezyonu, materyal uygulandıktan sonra yeni asit atağı (T₃) - Başlangıç mine lezyonuna MS yüzey pürüzlülük ölçümlerinin farkının süt ve daimi dişler ile uygulanan materyale göre istatistiksel değerlendirilmesi Tablo 8'deki gibidir.

Tablo 8: Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri arasındaki farkın materyal ve diş tiplerine göre karşılaştırılması

Değişkenler	Icon®	Ambar®	Heliaseal®	p-değeri ^a
T₁-T₀				
Daimi Diş	1,15 (0,64-1,81)	1,41 (0,88-1,71)	1,33 (1,31-1,70)	0,825
Süt Dişi	1,30 (0,74-1,85)	1,28 (1,09-1,54)	1,12 (0,75-2,18)	0,717
p-değeri^b	0,713	0,775	0,870	
T₂-T₀				
Daimi Diş	0,38 (0,13-0,56) ^c	0,58 (0,48-0,96) ^{c,d}	0,19 (0,12-0,26) ^d	<0,001
Süt Dişi	0,51 (0,31-0,97) ^c	0,72 (0,54-0,92) ^{c,d}	0,36 (0,25-0,74) ^d	<0,001
p-değeri^b	0,106	0,567	0,136	
T₂-T₁				
Daimi Diş	-0,81 (-1,27 - -0,37)	-0,69 (-1,18 - -0,16)	-1,19 (-1,51 - -1,01)	0,032
Süt Dişi	-0,66 (-0,94 - -0,36)	-0,56 (-0,89 - -0,54)	-0,87 (-1,51 - -0,16)	0,815
p-değeri^b	0,389	0,806	0,325	
T₃-T₂				
Daimi Diş	0,24 (0,06-0,73)	0,53 (0,37-1,60)	0,15 (0,09-0,46)	0,069
Süt Dişi	0,21 (0,10-0,33)	0,27 (0,06-0,36)	0,09 (0,05-0,50)	0,307
p-değeri^b	0,713	0,006	0,029	

T₁-T₀ : Başlangıç mine lezyonu – Sağlam mine yüzeyi, T₂-T₀ : Başlangıç mine lezyonuna MS – Sağlam mine yüzeyi, T₂-T₁ : Başlangıç mine lezyonuna MS – Başlangıç mine lezyonu, T₃-T₂ : MS yeni Asit Atağı – Başlangıç mine lezyonuna MS, a: Süt ve daimi dişler içerisinde materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmesine göre p<0,0042 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, b: Materyaller içerisinde süt ve daimi dişler arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmesine göre p<0,0028 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, c: Icon® grubu ile Ambar® grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,001), d: Ambar® grubu ile Heliaseal® grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,001).

Süt ve daimi dişler için başlangıç mine lezyonu ve sağlam mine yüzeyi yüzey pürüzlülüğü arasındaki fark (T_1-T_0) karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,0028$).

MS - sağlam mine yüzeyi yüzey pürüzlülüğü arasındaki fark (T_2-T_0) daimi ve süt dişi Ambar® ve Icon® grubu ile Ambar® ve Heliaseal® grubu için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Yüzey pürüzlülüğü arasındaki fark değerlendirildiğinde daimi ve süt dişi için sağlam mineye yakın pürüzlülük değerleri sırasıyla Heliaseal®-Icon®-Ambar® şeklinde sıralanmıştır.

MS - sağlam mine yüzeyi yüzey pürüzlülüğü arasındaki fark (T_2-T_0) Icon®, Ambar® ve Heliaseal® grupları için süt ve daimi dişler açısından karşılaştırıldığında $p<0,0028$ için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p_{Icon}=0,106$, $p_{Ambar}=0,567$, $p_{Heliaseal}=0,136$)

MS - başlangıç mine lezyonu yüzey pürüzlülüğü arasındaki fark (T_2-T_1) daimi ve süt dişi gruplarına uygulanan materyaller açısından karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,0042$).

MS- başlangıç mine lezyonu arasındaki yüzey pürüzlülüğü farkı (T_2-T_1) Icon®, Ambar®, Heliaseal® uygulanan gruplarda daimi diş ile süt dişi açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p>0,0028$)

MS yeni asit atağı uygulandıktan sonra - MS yüzey pürüzlülüğü farkı (T_3-T_2) daimi diş ve süt dişinde Icon®, Ambar®, Heliaseal® uygulanan gruplar arasında karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p > 0,0042$)

MS yeni asit atağı uygulandıktan sonra- MS yüzey pürüzlülüğü farkı (T_3-T_2) Icon[®], Ambar[®], Helioseal[®] uygulanan gruplarda süt ve daimi dişler arasında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p>0,0028$)

4.4. Renk Analizine Ait Bulgular

Renk analizi çalışmamız iki farklı deneyden oluşmaktadır. Bunun için iki aşamada istatistiksel değerlendirme yapılmıştır;

4.4.1. Materyallerin Lezyonu Maskeleme Özelliğinin İncelenmesine Ait Bulgular

Çalışmamızda aynı diş örneği üzerinde sağlam mine yüzeyinin, yapay olarak oluşturulan başlangıç mine lezyonunun ve bu lezyona materyaller uygulandıktan sonraki L, a, b değerleri ölçüldü. Elde edilen bu değerlerle sağlam mine yüzeyi- başlangıç mine lezyonu arasındaki renk farkı (ΔE_1), sağlam mine yüzeyi- MS renk farkı (ΔE_2) Tablo 9'da ve Grafik 7'de gösterilmektedir.

Tablo 9: Materyal ve Diş Tiplerine Göre ΔE_1 ve ΔE_2 Ölçümlerinin karşılaştırılması

Değişkenler	Icon®	Ambar®	Helioseal®	p-değeri ^a
ΔE_1 (Sağlam mine yüzeyi- başlangıç mine lezyonu arasındaki renk farkı)				
Daimi Diş	41,3 (31,6-47,6)	41,4 (28,5-47,7)	41,2 (30,6-43,5)	0,887
Süt Dişi	25,5 (24,5-35,4)	26,3 (24,6-42,7)	33,8 (24,1-39,2)	0,687
p-değeri^b	0,010	0,023	0,016	
ΔE_2 (Sağlam mine yüzeyi- MS renk farkı)				
Daimi Diş	23,8 (21,4-30,2) ^{d,e}	30,9 (27,0-37,0) ^d	38,7 (30,5-46,0) ^e	<0,001
Süt Dişi	16,1 (14,6-19,6) ^{d,e}	22,7 (20,1-26,8) ^d	28,9 (21,4-43,1) ^e	<0,001
p-değeri^b	<0,001	0,004	0,250	
Çoklu Karşılaştırmalar^c				
Daimi Diş	p=0,006	p=0,017	p=0,348	-
Süt Dişi	p<0,001	p=0,011	p=1,000	-

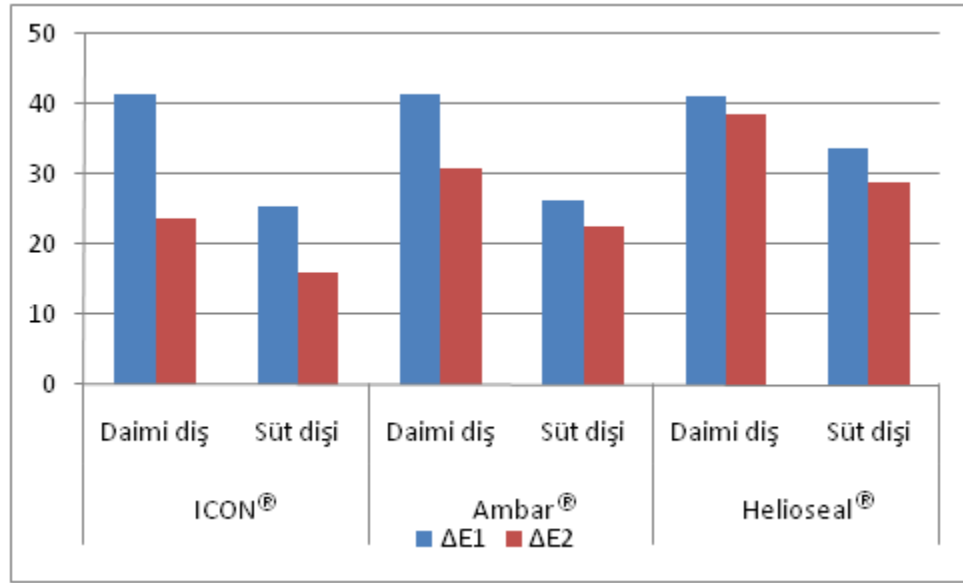
a: Süt ve daimi dişler içerisinde materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0,0125$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, b: Materyaller içerisinde süt ve daimi dişler arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0,0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, c: Her bir alt grup içerisinde ΔE_1 ve ΔE_2 arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0,0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, d: Icon® grubu ile Ambar® grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,01$), e: Icon® grubu ile Helioseal® grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$).

İncelenecek dişlerde demineralizasyondan sonra sağlıklı mine yüzeyleri ile başlangıç mine lezyonları arasındaki renk farkı (ΔE_1) karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (daimi diş $p=0,887$ / süt dişi $p = 0,687$).

Süt ve daimi dişlerde materyallerin başlangıç mine lezyonlarını maskeleyebilirliğine bakıldığında (ΔE_2) Icon® ve diğer iki materyal arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur($p<0,001$). Sağlıklı mine rengine en yakın değerler Icon®'da daha sonra sırasıyla Ambar® ve Helioseal®'da elde edilmiştir.

Uygulanan materyallerin başlangıç mine lezyonunu maskeleme yeteneği süt ve daimi dişler açısından karşılaştırıldığında,

Icon® ve Ambar® gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunurken ($p_{Icon} < 0,001$, $p_{Ambar} = 0,004$) Heliaseal® grubu için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p_{Heliaseal} = 0,250$) Süt dişlerindeki başlangıç mine lezyonlarının Icon® ve Ambar® materyalleri ile daimi dişe oranla istatistiksel olarak daha başarılı maskeleyendiği gözlenmiştir ($p < 0,0083$).



Grafik 7: Materyallerin lezyon maskeleye özelliğinin karşılaştırılması

Materyal uygulama sonrasında elde edilen rengin sağlam mineye en yakın özellikte olduğu materyal süt ve daimi diş gruplarının her ikisinde de Icon® olmuştur.

4.4.2. Materyallerin Renklenme Özelliklerinin İncelenmesi

Başlangıç mine lezyonuna uygulanan bu materyallerin çeşitli içeceklerde bekletildikten sonraki renklenme miktarları ve bu içeceklerin renklendirme etkileri birbiriyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ve karşılaştırmalar Tablo 10'da ve Grafik 8'de gösterilmiştir.

Tablo 10: Başlangıç mine lezyonuna materyallerin uygulanmasından sonra dişlerin çay, portakal suyu ve kakaolu süt içinde bekletilmesi ile oluşan renk değişimlerinin istatistiksel karşılaştırılması

Değişkenler	Icon®	Ambar®	Helioseal®	p-değeri ^a
Çay				
Daimi Diş	13,2 (8,6-16,7) ^f	19,2 (14,0-23,3) ^{f,h}	12,2 (8,9-18,9) ^f	0,013
Süt Dişi	15,1 (7,3-17,2) ^f	19,4 (15,4-22,1) ^{f,h}	11,8 (10,3-22,3) ^f	0,027
p-değeri ^b	0,653	0,624	0,713	
Portakal Suyu				
Daimi Diş	2,1 (1,4-3,1) ^{d,f,g}	2,9 (2,1-3,6) ^{d,e,f,g}	1,7 (1,2-2,5) ^{e,f,g}	0,006
Süt Dişi	2,6 (1,5-3,4) ^{d,f,g}	3,5 (2,9-4,2) ^{d,e,f,g}	1,6 (1,3-2,4) ^{e,f,g}	<0,001
p-değeri ^b	0,202	0,029	0,653	
Kakaolu Süt				
Daimi Diş	8,2 (5,6-11,1) ^g	9,6 (6,4-12,2) ^{g,h}	6,8 (4,5-11,1) ^g	0,321
Süt Dişi	9,5 (5,8-12,1) ^g	11,2 (6,9-12,6) ^{g,h}	7,2 (5,5-11,2) ^g	0,374
p-değeri ^b	0,461	0,595	0,486	
Çoklu Karşılaştırmalar ^c				
Daimi Diş	p<0,001	p<0,001	p<0,001	-
Süt Dişi	p<0,001	p<0,001	p<0,001	-

a: içecekler ve diş tipleri içerisinde materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmesine göre p<0,0083 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, b: içecekler ve materyaller içerisinde daimi ve süt dişler arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmesine göre p<0,0056 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, c: Materyaller ve diş tipleri içerisinde içecekler arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmesine göre p<0,0083 için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, d: Icon® grubu ile Ambar® grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,0083), e: Ambar® grubu ile Helioseal® grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,001), f: Çay ile portakal suyu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,001), g: Portakal suyu ile kakaolu süt arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,001), h: Çay ile kakaolu süt arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı (p<0,001).

Çayda bekletilen örnekler incelendiğinde en fazla renklenmenin Ambar® grubunda olduğu, ancak tüm materyaller birbirleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı gözlenmiştir. (p_{çay daimi diş} = 0,013, p_{çay süt dişi} = 0,027)

Süt ve daimi dişler birbirleriyle karşılaştırıldığında çayda bekletilen örneklerdeki materyallerde renk değişimi farklılıklar göstermekle beraber istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. (p_{Icon} = 0,653, p_{Ambar} = 0,624, p_{Helioseal} = 0,713)

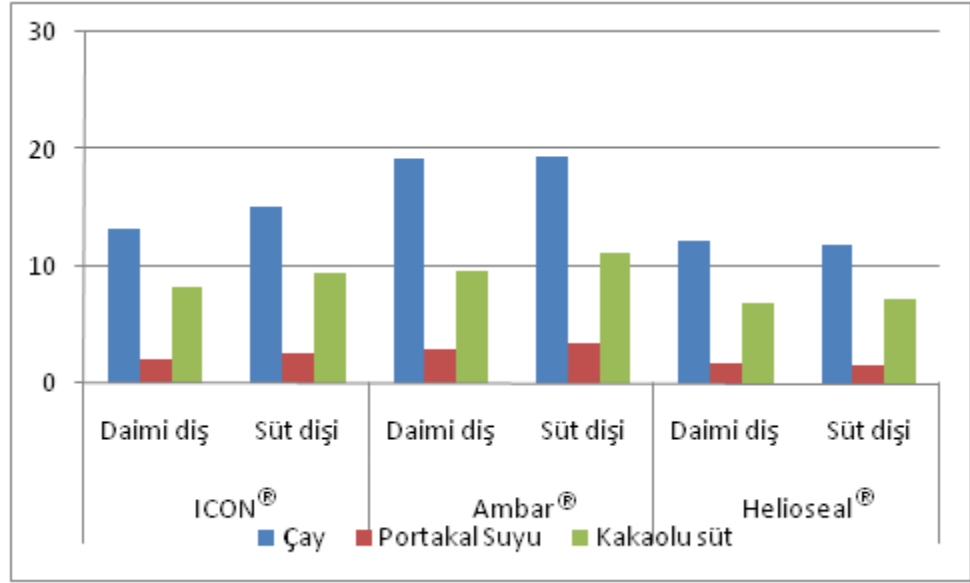
Portakal suyunda bekletilen örnekler incelendiğinde; Ambar® istatistiksel olarak Icon® ve Helioseal®'dan anlamlı derecede daha fazla renklenme göstermiştir. ($p_{\text{daimi diş portakal suyu}} = 0,006$, $p_{\text{süt dişi portakal suyu}} < 0,001$).

Portakal suyunda bekletilen süt ve daimi dişler renk değişimi açısından birbirleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. ($p_{\text{Icon}} = 0,202$, $p_{\text{Ambar}} = 0,029$, $p_{\text{Helioseal}} = 0,653$)

Kakaolu süt içerisinde bekletilen örnekler incelendiğinde en fazla renklenmenin Ambar® grubunda olduğu fakat materyaller birbiriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı gözlenmiştir. ($p_{\text{daimi diş kakaolu süt}} = 0,321$, $p_{\text{süt dişi kakaolu süt}} = 0,374$)

Kakaolu süt grubundaki süt ve daimi dişler birbirleriyle karşılaştırıldığında renk değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p_{\text{Icon}} = 0,461$, $p_{\text{Ambar}} = 0,595$, $p_{\text{Helioseal}} = 0,486$)

Tüm dişlerde Icon®, Ambar® ve Helioseal® grupları arasında çay ve kakaolu süt içinde bekleyen örnekler göre portakal suyunda bekletilen örneklerin renk değişimi istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur ($p < 0,001$). Ayrıca, Ambar® uygulanan dişlerde çayda bekletilen örnekler kakaolu sütte bekletilenlere göre renk değişimi istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,001$).

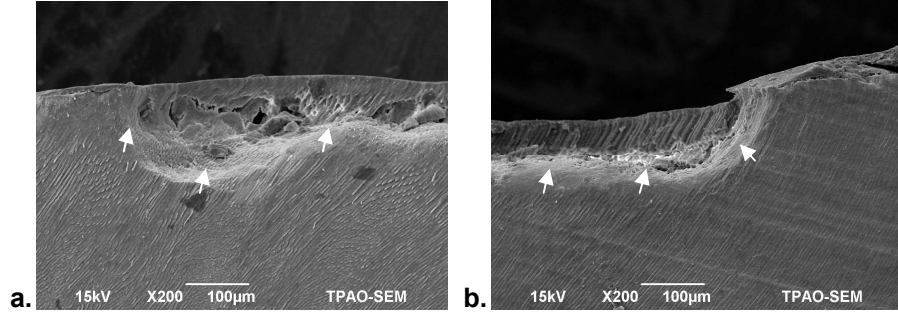


Grafik 8: Başlangıç mine lezyonuna uygulanan materyallerin çay, portakal suyu ve kakaolu süt içindeki renk değişikliklerinin diş tipleri ve materyaller yönünden karşılaştırılması

Yapılan istatistiksel karşılaştırmada içeceklerin materyallerde oluşturdukları renklendirme etkileri çay > kakaolu süt> portakal suyu şeklinde sıralanmaktadır.

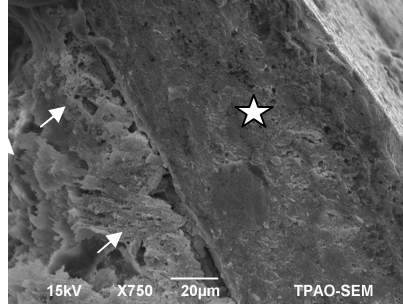
4.5. SEM Analizine Ait Bulgular

Süt ve daimi dişlerde oluşturulan başlangıç mine lezyonları Resim 15 a ve b'de görülmektedir.

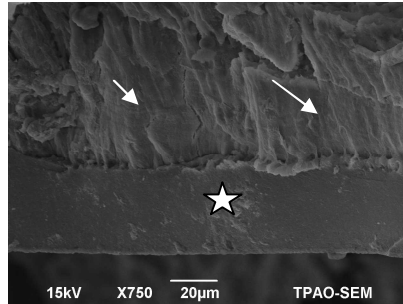


Resim 15: Başlangıç mine lezyonu a. Süt dişi, b. Daimi diş

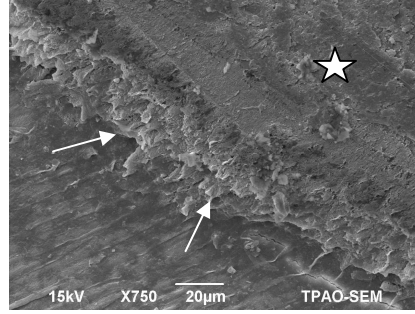
Başlangıç mine lezyonuna Ambar® ve Helioseal® uygulanan örneklerin değerlendirilmesinde; materyaller ile mine arasında yer yer aralanmalar olduğu gözlenmiştir.(Resim 16, 17, 18, 19)



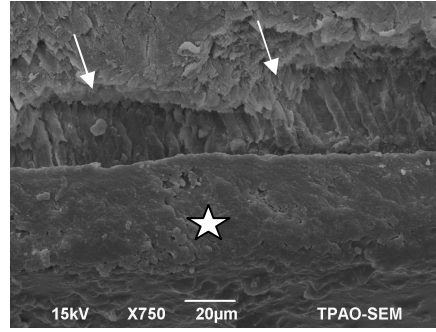
Resim 16: Ambar®'ın süt dişine bağlanması (Beyaz yıldız Ambar®, beyaz ok başlangıç mine lezyonunu göstermektedir.)



Resim 17: Ambar®'ın daimi diş bağlanması (Beyaz yıldız Ambar®, beyaz ok başlangıç mine lezyonunu göstermektedir.)

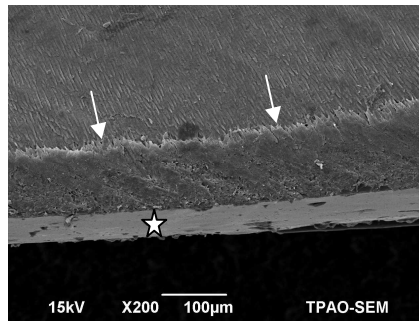


Resim 18: Helioseal®'ın süt dişine bağlanması (Beyaz yıldız Helioseal®'ı, beyaz ok başlangıç mine lezyonunu göstermektedir.)

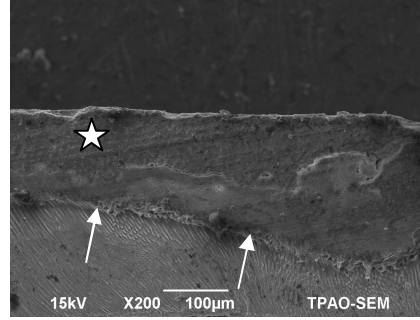


Resim 19: Helioseal®'ın daimi diş bağlanması (Beyaz yıldızla gösterilen alan Helioseal®'ı, beyaz ok başlangıç mine lezyonunu göstermektedir.)

Başlangıç mine lezyonuna Icon® uyguladıktan sonra SEM görüntüleri incelendiğinde ise Icon®'un süt ve daimi dişlerde mine ile başarılı bir bağlantı yaptığı belirlenmiştir. (Resim 20,21)



Resim 20: Icon® uygulanan daimi diş görüntüleri (Beyaz yıldız Icon®'u, beyaz ok başlangıç mine lezyonunu göstermektedir.)



Resim 21: Icon® uygulanan süt dişi (Beyaz yıldızla gösterilen alan Icon®, beyaz ok başlangıç mine lezyonunu göstermektedir.)

4.6. Makaslama Bağlanma Kuvveti Deneyine Ait Bulgular

Icon® ve Ambar®'in demineralize yüzeye olan makaslama-bağlanma kuvveti sonuçlarının materyal ve diş tipi açısından karşılaştırılması Tablo 11'de ve Grafik 9'da gösterilmektedir.

Tablo 11: Materyal ve diş tiplerine göre bağlanma kuvveti sonuçları

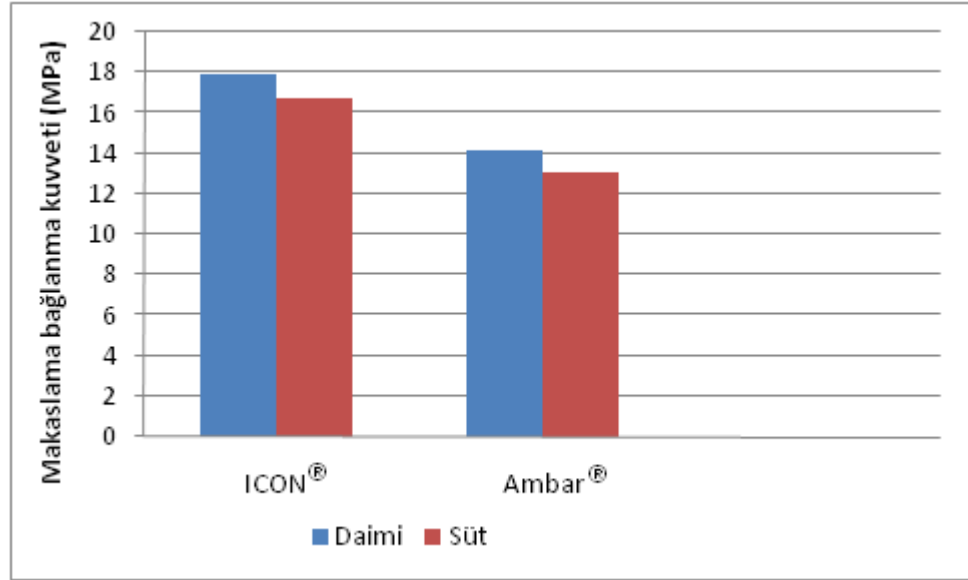
	Icon®	Ambar®	p-değeri ^a
Daimi Diş	17,9 (16,4-19,9) ^c	14,2 (8,3-17,1) ^c	<0,001
Süt Dişi	16,7 (15,4-17,2) ^c	13,1 (8,1-15,2) ^c	<0,001
p-değeri ^b	0,056	0,486	-

a: Daimi ve süt dişler içerisinde materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,025$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, b: Materyaller içerisinde daimi ve süt dişler arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,017$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, c: Icon® grubu ile Ambar® grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$)

Materyallerin mineye bağlanma kuvvetleri birbiriyle karşılaştırıldığında bağlanma kuvveti daimi dişlerde Icon® 17.9 > Ambar® 14.2 , süt dişlerinde Icon® 16.7 > Ambar® 13.1 olarak tespit edilmiştir.

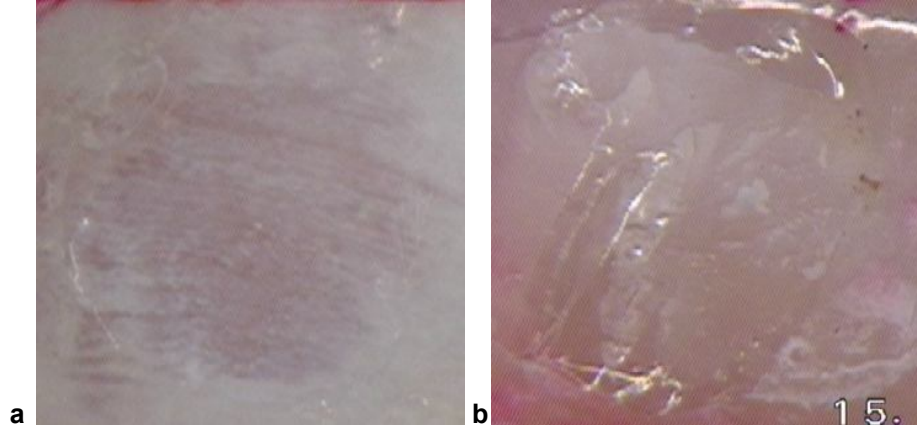
Hem süt hem de daimi dişlerde Icon® ve Ambar®'ın mineye bağlanma kuvvetleri karşılaştırıldığında, Icon®'un bağlanma kuvvetinin istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği belirlenmiştir.($p<0,001$).

Uygulanan materyallerin mineye bağlanma kuvvetleri süt ve daimi dişler arasında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına ($p_{Icon}=0,056$, $p_{Ambar}=0,486$) rağmen uygulanan materyallerin daimi dişe daha kuvvetli bağlandıkları gözlenmiştir.

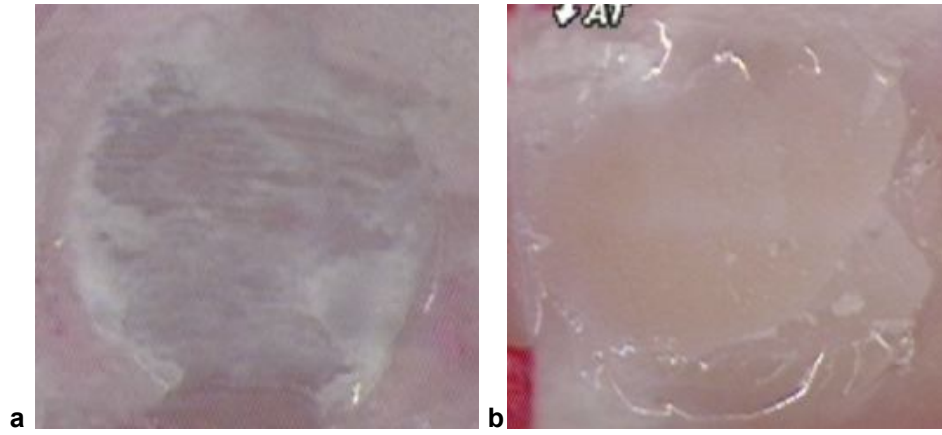


Grafik 9: Materyallerin bağlanma kuvveti ve diş tipleri yönünden karşılaştırılması

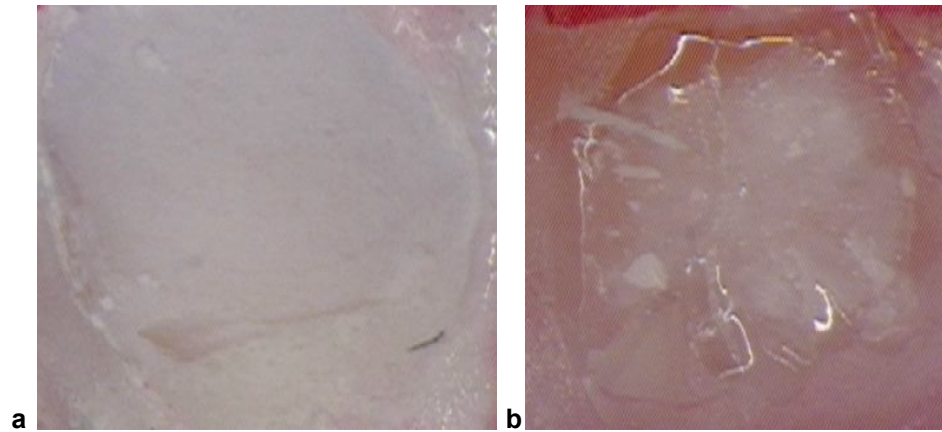
Bağlanma kuvveti testi uygulandıktan sonra stereomikroskopta örneklerin kırılma yüzeyleri kopma tiplerini belirlemek için incelendi. Elde edilen süt ve daimi dişlere ait her materyal için kopma tipleri resim 22, 23, 24, 25'te, kopma tiplerine ait bulguların istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 12'de gösterilmektedir.



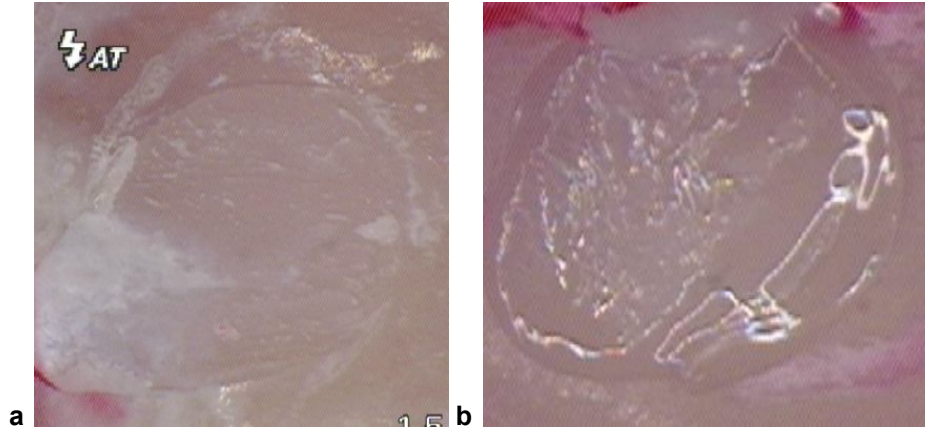
Resim 22: İkon® süt dişi örneklerindeki kopma tipleri (a koheziv, b adeziv)



Resim 23: İkon® daimi dişi örneklerindeki kopma tipleri (a koheziv, b adeziv)



Resim 24: Ambar® süt dişi örneklerindeki kopma tipleri (a koheziv, b adeziv)



Resim 25: Ambar® daimi diş örneklerindeki kopma tipleri (a koheziv, b adeziv)

Tablo 12: Materyal ve Diş Tiplerine Göre Kopma Tiplerinin Değerlendirilmesi

	Icon®	Ambar®	p-değeri ^a
	A/K	A/K	
Daimi Diş	5 (%33,3) /10 (%66,7)	9 (%60) /6 (%40)	0,136
Süt Dişi	4 (%26,6) /11 (%73,4)	10 (%33,3) /5 (%66,7)	0,033
p-değeri^b	0,5	0,5	-

A/K: Adeziv/Koheziv, a: süt ve daimi dişlere uygulanan materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar, $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, b: süt veya daimi dişe uygulanan materyalin diş tipi açısından karşılaştırılması, $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi

Icon® ve Ambar® uygulanan daimi dişlerde kopma tiplerinin birbirine oranı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p = 0,136$).

Icon® ve Ambar® uygulanan süt dişlerde kopma tiplerinin birbirine oranı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir. ($p = 0,033$). Icon® grubunda koheziv tip kopma daha fazla görülmektedir.

Süt ve daimi dişler arasında kopma tiplerinin birbirine oranı karşılaştırıldığında, sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$).Ancak Icon® uygulanan her iki diş grubunda da koheziv tip kopma daha daha fazladır.

5. TARTIŞMA

Başlangıç çürük lezyonları mine dokusuyla sınırlı, yüzeysel yapısı sağlıklı mineden daha porözlü, lezyon gövdesinde mineral kaybıyla karakterize alanlardır.¹¹⁹ Erken aşamada tesbit edilmesi, durdurulması ve tedavisi diş dokusundaki aşırı madde kaybını engelleyerek daha zor ve maliyeti daha yüksek tedavilerin yapılmasını önler. Bu amaçla, günümüze kadar başlangıç çürük lezyonlarının tedavisinde birçok farklı yöntemin etkinliği araştırılmıştır.³²

Mine çürüğünün yaygın tedavisi diyetin düzenlenmesi ve oral hijyen eğitimiyle birlikte florid uygulamalarıdır. Ancak uyumsuz, çürük riski yüksek olan hastalarda ve pürüzlülüğü artmış lezyon yüzeylerinde bu rejimi uygulamak yeterli olamamaktadır.¹²⁰

Son yıllarda düz yüzeylerdeki başlangıç mine lezyonlarında kullanmak üzere düşük viskoziteli rezinlerle infiltrasyon tedavisi adı verilen bir uygulama dikkati çekmektedir.⁸⁷

Penetrasyon, plastifikasyon, infiltrasyon, noninvaziv ya da ultrakonservatif teknik olarak farklı isimlendirmelerle adlandırılan bu uygulamanın, gelecekte başlangıç mine lezyonlarının durdurulması ve kontrol altına alınmasında öncelikle tercih edileceği düşünülmektedir. Bu uygulamada kullanılan rezin infiltrant yüksek akışkan özellikte, porlara ve kaviteye kolayca ulaşabilen ve penetrasyon özelliği çok iyi olduğu öne sürülen bir materyaldir.⁴

Rezin infiltrant uygulamalarında; temel amaç fissür örtücü uygulamalarındaki gibi materyalin poröz mine yapısı içerisine penetre olup demineralize yapıya destek sağlaması, mikroorganizmalar ve substrat

arasında fiziksel bir bariyer oluşturması ve tekrarlanan asit atağına karşı demineralizasyonu engellemesidir.^{79, 121} Bu yöntemde kullanılmak üzere oluşturulan materyalin ilk rneği Berlin’de Prof. Dr. A.M. Kielbassa’nın çalışmalarıyla ortaya konmuştur. Yeni materyal yapılan çalışmaların ışığında ‘Icon[®]’ adı verilen üründe şekillendirilerek piyasaya sunulmuştur.¹²²

Son yıllarda Icon[®]’un başlangıç mine lezyonu üzerine etkisiyle ilgili in vivo^{12,13,123} in situ⁸⁸ ve in vitro^{9,10,11} koşullarda yürütülen çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmalarda değişik diş gruplarının kullanıldığı görülmüş, ancak süt ve daimi dişlerdeki başlangıç mine çürüklerine etkisinin karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu amaçla sunulan çalışmada süt ve daimi diş guplarına uygulanan infiltrantın değerlendirilmesi in vitro koşullarda araştırılmıştır.

Çalışmamızda rezin infiltrant Icon[®] ile karşılaştırma yapabilmek için materyaller seçilirken daha önce yapılmış olan çalışmalar göz önünde bulundurulmuş ve genellikle fissür rtcler^{7,82,88} ve adeziv materyallerin^{118,121} tercih edildiği grlmştir.^{124,125} Bu materyallerin seçilme amaçları, farklı endikasyonlarla klinikte kullanılan rezin esaslı benzer materyallerin Icon[®] karşısında etkinliğini değerlendirmektir.

Fissür rtcler, dişlerin çürüğe yatkın okluzal pit ve fissrlerine bağlanan ve böylece çürük yapıcı bakteriler ile besin kaynağı arasındaki bağlantıyı keserek arada bir bariyer oluşturan materyallerdir.¹²⁶ Ayrıca yapılan çalışmalarda interproksimal düz yüzey alanlara uygulandıklarında da başlangıç mine lezyonu için difüzyon bariyeri oluşturdukları grlmştir.^{6,127} İnfiltrasyon tedavisinde başlangıç mine lezyonunun rezin ile örtülmesi tekniği fissür örtücülerden esinlenerek oluşturulmuş bir tekniktir.

Çalışmamızda Icon® ile karşılaştırmak amacıyla seçilen Heliobond®; florid içermeyen, doldurucusuz ve Bis-GMA/TEGDMA oranı %97'den fazla olan bir fissür örtücüdür.

Mueller ve arkadaşları¹²⁵ başlangıç mine lezyonu oluşturdıkları dana dişlerinde fissür örtücü olarak Heliobond®, adeziv olarak Heliobond, Excite, Resulcin, Solobond M, Prompt L-Pop uygulamışlar ve en başarılı infiltrasyonun Excite grubunda olduğunu belirtmişlerdir.

Perdigão ve arkadaşlarının¹²⁸ Adper Single Bond Plus (3M ESPE); ,Ambar®(FGM, Joinville, Brezilya) ve Excite (Ivoclar Vivadent)'ı 3. daimi molar dişlere uygulayarak karşılaştırdıkları bir başka çalışmada ise total-etch adeziv sistem ve çözücüsü etanol olan yeni bir adeziv Ambar®'ın dentine bağlanma kuvvetinin Excite'in bağlanma kuvvetinden daha fazla olduğunu ve yüksek ısıda bu bağlanma kuvvetinin daha az etkilendiğini bildirmişlerdir.

Günümüzde yeni geliştirilen Excite'in florid içermesi ve araştırmacıların bulguları değerlendirilerek çalışmamızda adeziv grubunda Ambar® (FGM, Joinville, Brezilya) materyali tercih edilmiştir.

In vivo ve in situ çalışmalarda ağız ortamındaki termal, kimyasal ve mekanik çok sayıdaki faktörün kombine etkisi söz konusudur. Bu nedenle başarısızlığa zemin hazırlayan gerçek nedenin ayırdedilebilmesi ve bireysel değişkenlerin kontrol altına alınabilmesi oldukça zordur.¹²⁹ İn vitro çalışmalarda ise ağız ortamındaki koşulların mümkün olduğunca taklit edilmesine ve sonucu etkileyecek değişkenlerin en aza indirgenmesine çalışılmaktadır. İn vitro çalışmalarda tek bir değişkenin etkisi değerlendirilebilmekle birlikte kullanılan testlerin kolay ve

hızlı uygulanabilmesi, ucuz olması gibi avantajları nedeniyle¹²⁹ çalışmamızda kullanılan deney materyallerinin başlangıç mine lezyonları üzerine etkileri in vitro koşullarda değerlendirilmiştir.

Başlangıç mine çürüğünün infiltrasyon yöntemiyle tedavisi için yapılan in vitro çalışmaların çoğunda dana dişi kullanılmıştır.^{81,87,9,11,124} Ulaşılabilirliğinin kolay olması ve diş boyutunun geniş olması, çalışma örneklerinin hazırlanması için oldukça uygun olması, minesinin kimyasal yapısı ve oluşturulan yapay lezyon formasyonunun insan minesine oldukça benzemesi avantaj sağlamaktadır. Ancak mine yüzeyi insan minesine oranla daha poröz yapıda olup floridden zengin sert yüzey alanların zımparalanarak kaldırılması ile örneklerin standart hale getirilmesi istendiğinde insan minesine oranla uygulanan demineralizasyon solusyonundan daha fazla etkilendiği bilinmektedir.¹³⁰ Ayrıca uzun süren deney peryotlarında mine yapısı bozulabilmektedir.¹³¹

Seçilen dişlerin sürmüştü veya sürmemiş olması, aynı cins dişlerin kullanılması ve hatta dişlerin hangi bölgelerinde uygulama yapıldığı çalışmaların sonuçlarını etkilemektedir.¹³² Ayrıca De Groot ve arkadaşlarının¹³³ insan diş minesinin çürüğe yatkınlığını araştırdıkları in vitro çalışmalarında, standardize demineralizasyon koşullarında en az farklılık gösteren lezyonları oluşturmak için diş yüzeylerinin aşındırılmasının gerektiği de bildirilmiştir.

Süt ve daimi diş minesi organik- inorganik yapı farklılığına bağlı olarak farklı oranlarda çözünme gösterir. Oluşan lezyonun derinliği ise minedeki prizma birleşim yoğunluğu ve interprizmatik minenin hacmi ile ilişkilidir.¹³⁴ Süt dişi minesi daimi dişe göre daha düşük oranda mineral, daha yüksek oranda organik madde ve su içerir. Süt dişinin mineral içeriği %81.3-94.2 arasındayken daimi dişinki yaklaşık %97 oranındadır.¹³⁴

Ayrıca minenin hızlı oluşmasına bağlı olarak daimi diş minesine göre hidroksiapatit kristalleri daha düzensizdir, yüzey sertlik değerleri daha düşüktür. Süt dişi minesinin bu özellikleri çürüğe eğilimi ve asitle pürüzlendirme karakteristiklerini etkilemektedir.¹³⁵

Süt ve daimi dişlerde çürüğün yayılım şekli ile minenin kompozisyonu arasındaki ilişkinin incelenerek karşılaştırıldığı bir çalışmada, süt dişi minesindeki prizmaların genişliğinin daimi diş minesindeki prizmalardan daha küçük olması nedeniyle interprizmatik alanın daha geniş olduğu ve bunun çürüğün yayılım hızını arttırdığı gözlenmiştir.¹³⁶

Süt ve daimi dişlerin maturasyon derecesinin farklılığına bağlı olarak kimyasal içerikleri ve mine poröziteleri de farklılık gösterir.¹³⁷

Sonju Clasen ve arkadaşları¹³⁸ insitu çalışmalarında karyojenik ortamda florid uygulanan ve uygulanmayan süt ve daimi dişlerde çürük oluşumunu, mikroradyografi ve konfokal lazer mikroskobu ile değerlendirdiklerinde süt dişinde çürük oluşumunun daimi dişe göre daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir. Melberg ve arkadaşları¹³⁹ ise in vitro çalışmalarında florid içeren ve içermeyen asitli jel tekniği ile süt ve daimi dişlerde mine çürüğü oluşturmuşlar ve 7 günlük demineralizasyon sonrasında içerisinde florid bulunan ve bulunmayan solusyonlar arasında süt ve daimi dişlerde oluşan çürük derinliği arasında anlamlı bir farklılığa rastlamamışlardır.¹³⁹

Çalışmamızda dişlerin benzer yapı grubunda olması amacıyla ortodontik amaçla çekilmiş genç daimi premolar dişler ile düşme zamanı gelmiş süt molar dişler kullanılmıştır. Yapay çürük lezyonunun diş yüzeyinin bukkal orta üçlüde oluşturulması esas alınarak örneklerin asitten

etkilenmeyen tırnak cilası ile sınırlandırılması sağlanmıştır. Ayrıca tırnak cilası uygulamadan önce örnek yüzeylerini standart hale getirebilmek için dişlerin bukkal yüzeyleri zımparalanmıştır.

Yalnızca renk analizlerinde tırnak cilasının spektrofotometre ölçümleri öncesi silinse bile renk değerlendirilmesini olumsuz etkilediği gözlemlendiği için tırnak cilası ile pencere oluşturulmamıştır.

Oluşturulan başlangıç mine lezyonlarını standart hale getirilebilmek için hergün Diagnodent Pen cihazı ile ölçümlenerek cihazdan alınan skor 14-21 arası olana kadar dişler demineralize edilmeye devam edilmiştir.

Yapılan in vitro çalışmalarda^{98,99} olduğu gibi çekilen dişler deney aşamalarında kullanılabilmek için dehidrate olmalarını önlemek ve mikroorganizmaların üremesini engellemek amacıyla %0.1'lik timol solusyonu içinde oda sıcaklığında bekletilmiştir.

Çürük oluşumu ve çürükten korunma yollarını araştıran in vitro çalışmalarda minede yapay çürük lezyonu çeşitli metotlarla hazırlanabilmektedir.^{140,141}

Genel olarak kimyasal yöntemler, bakteri kültürleri ve beslenme sistemlerinden yararlanılmaktadır. Kimyasal yöntemler; diş yüzeyindeki mineralin çözünme hızını artıran maddeleri içeren sistemler, jel sistemler, kalsiyum fosfat içeren tampon sistemleridir.¹⁴¹

In vitro ortamda oluşturulan yapay çürük lezyonları, ağız ortamında gelişen doğal çürük lezyonlarıyla tam olarak aynı özelliklere sahip değildir, ancak genel olarak benzer özelliklere sahip olduğu kabul

edilmektedir. Yapay çürük lezyonlarının çok büyük bir avantajı; test edilebilir özelliğe sahip olması, elde edilen verilerin üzerinde çalışılabilecek kalitede olması, tekrarlanabilir olması ve birebir tek bir değişken özelliğine sahip olmasıdır.²⁵

Bu yöntemde kullanılacak asidik solusyonun demineralize edici etkisi solusyonun pH'sının yanı sıra kullanılan asidin tipi ve tamponlama kapasitesine de bağlı olarak değişmektedir.¹⁴²

Mine örneklerinin demineralize edilmesinde genellikle laktik asit ve asetik asit içeren, pH'ı 4.5 - 5 arasında değişen, hidroksiapatite doymun olmayan jeller ve solusyonlar kullanılmaktadır. Bu jeller veya solusyonlar saturasyon dereceleri, florid konsantrasyonları, asitin çeşidi ve viskozitesine göre farklılık gösterir. Yapay çürüğün mineral içeriği, derinliği, mekanik özellikleri uygulanan demineralizasyon prosedürüne bağlı olarak değişmektedir. Bu işlemde daha az mineral yapıya sahip doğal çürük lezyonundan çok erozyon benzeri lezyonlar oluşmaktadır. Bu nedenle oluşan lezyon tipi demineralizasyon ve remineralizasyon uygulamalarını etkilemektedir. Lezyon derinliği ve porözitesi mineral difüzyonunda önemli rol oynamakta, mineral içeriği de dişin sertliğini etkilemektedir.¹⁴³

Rezin infiltrasyon tedavisinin değerlendirildiği çalışmalarda başlangıç mine lezyonu oluşturmak için genellikle asetik asit içerikli solusyonlar kullanılmıştır.^{99,118,144} Yaptığımız ön çalışmada hazırladığımız bu solusyonlarla Diagnodent Pen ile deneyin yapılabilmesi için gerekli başlangıç mine lezyonunu gösteren skorlar elde edilememiştir. Bu nedenle çalışmamızda Takagi ve arkadaşları¹¹⁵ tarafından başlangıç mine lezyonları oluşturmak amacıyla kullanılan laktik asit jel solüsyonu kullanılmış, fakat literatürde belirtildiği gibi dişlerin bir günlük

demineralizasyonu sonunda elde edilen başlangıç mine lezyonları Diagnodent Pen ile ölçümlenemediği için 14-21 skoru elde edilene kadar dişler demineralizasyon solusyonunda bekletilmiştir.

Laktik asitle yapay çürük oluşturulmasında en sık iki metot kullanılmaktadır. White¹⁴⁵ tarafından geliştirilen polimer yöntemi bunlardan ilki olup, solusyonun pH' sı 4,5' tur. Solüsyon; % 0,2 carbopol, 0,1 M laktik asit, % 50 oranında hidroksiapatit ile doyurularak hazırlanmaktadır. Oluşturulan lezyonun doğal mine lezyonuna benzer mineral dağılıma sahip olup olmadığını anlamak için hesaplanan "R değeri" (kaybedilen mineral miktarı lezyon derinliğine bölünerek hesaplanır), polimer metodunda düşüktür. Bu sonuç oluşturulan lezyonun doğal mine lezyonu ile benzer mineral içeriğe sahip olduğunu gösterir.

Asit-jel tekniğinde ise kaybedilen mineral miktarının daha fazla olması nedeniyle R değeri daha yüksektir. Bunun yanısıra yüksek R değerinin tedavilerin etkinliğinin ve remineralizasyonun daha kolay değerlendirilebilmesine olanak sağladığı belirtilmektedir.¹⁴⁶

Başlangıç mine çürüklerinde yüzeyel tabaka nispeten daha sağlam olduğundan, bu tür lezyonların gözle, sondla muayene ile ya da konvansiyonel yöntemlerle teşhisi oldukça zordur.¹⁴⁷ Demineralizasyon tespitinde kullanılan ve güvenilir sonuçlar veren yöntemlerin çoğu dişlerden kesit alınması gibi işlemler sonucu uygulanabilen invaziv yöntemlerdir.^{148, 149}

Son yıllarda çürüğün çeşitli aşamalarını tesbit edebilmek için kırmızı renkli 655 nm dalga boyunda diode lazer ışık demeti yayarak işlev gören ilk lazer floresans aygıtı olan DIAGNOdent (Kavo, Biberach, Almanya) ve daha sonrada aynı prensiple çalışan DIAGNOdent Pen

geliştirilmiştir.¹⁵⁰ DIAGNOdent (Kavo, Biberach, Almanya) cihazı kısa sürede ve en erken safhada minedeki çürük lezyonlarını girişimsel işlemler gerektirmeden belirleyen, hassasiyeti ve seçiciliği yüksek, dişin mineral içeriğindeki değişimleri kantitatif ölçüm ile tespit edebilen, kullanımı kolay ve çok sayıda gözlemci tarafından tekrarlanabilme özelliğine sahip bir çürük tanı cihazıdır.¹⁵¹

Başlangıç mine lezyonun gözle görünebilmesi için lezyonun minede 200-300 µm kadar ilerlemiş olması gerekirken¹⁵² yapılan in vivo¹⁴⁹ ve in vitro^{148,153,154} çalışmalarda düz yüzey çürük lezyonlarının DIAGNOdent ile en erken safhada tanımlanabildiği ve tekrarlanabilir ölçümler sunduğu gözlenmiştir.

Shi ve arkadaşlarının¹⁴⁸ yaptığı in vitro bir çalışmada düz yüzeylerde oluşan demineralizasyon alanların tesbitinde DIAGNOdent ölçümleri ile mikroradyografik ve histopatolojik incelemeler kıyaslanmış ve DIAGNOdent'in düz yüzey çürük lezyonlarının tanımlanmasında etkili olduğu saptanmıştır.

DIAGNOdent'in in vivo ve in vitro koşullardaki performansının karşılaştırıldığı Reis ve arkadaşlarının¹⁵⁵ çalışmasında ise in vitro koşullardaki doğruluk oranının daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızın in vitro olmasının ölçümlerdeki yanılma payını azalttığı düşünülebilir.

Yapay çürük lezyonları, doğal mine lezyonlarına oranla daha kısa sürede ve daha agresif bir yapıda oluşmaktadır.¹⁵⁶ Ağız ortamında günde 1-2 µm ilerleyen bir çürük lezyonunun 1500 µm derinliğe ulaşabilmesi için 3 yıl geçmesi gerekmektedir.¹⁵⁷ Yine ağız ortamında doğal koşullarda 100-250 µm derinliğine 12 ayda ilerlemesi beklenen bir

başlangıç mine lezyonunun, yapay ortamda günler ya da haftalar içerisinde oluşabildiği kanıtlanmıştır. Yapay ortamlarda oluşan çürük lezyonlarında mineral kaybı çok daha fazladır.¹⁵⁶

Doğal başlangıç mine lezyonlarının derinliği değişmekle birlikte ortalama 150-200 µm'dir.¹⁵⁸ Itthagarun ve arkadaşları¹⁵⁹ pH' ı 4.4 olan demineralizasyon solüsyonunda 96 saat beklettikleri mine örneklerinde 100-150 µm derinliğinde lezyonlar elde etmişlerdir. Meyer – Lueckel ve arkadaşları¹²⁴ ise pH' ı 5 olan demineralizasyon solusyonunda 14 günde ortalama 94.3 µm'lik lezyonlar oluşturmuşlardır.

Çalışmamızda DIAGNOdent pen ile aynı diş yüzeyi üzerinde sağlam ve başlangıç mine lezyonu ölçüm skorları arasındaki fark ve SEM ile başlangıç mine lezyonu oluşturduğumuz örneklerden aldığımız görüntüler mine yüzeyinde demineralizasyonun oluşturulduğunu göstermiştir. Bu sonuç DIAGNOdent'in aşırı mineral kaybıyla karakterize durumlarda belirleyiciliğinin daha yüksek olduğunu savunan araştırmacıları desteklemektedir.^{148,160,161}

Çalışmamızda oluşturulan başlangıç mine lezyonlarının aynı özelliklerde olabilmesi için sağlam mine yüzeyi ölçümlenerek demineralizasyon sonrası DIAGNOdent pen cihazı başlangıç mine lezyonu skorunu verene kadar yüzeyler her gün ölçümlenerek takip edilmiştir. Ölçümler birbirinden bağımsız iki gözlemci tarafından yapılmıştır ve aynı gözlemci tarafından üç kez tekrarlanmıştır. İki gözlemcinin ölçüm sonuçları birbirine benzerlik gösteren örneklerin demineralizasyon işlemine son verilmiştir.

Çalışmamızda başlangıç mine lezyonu tedavisinde kullanılan rezin infiltrant Icon®'un etkinliğini Ambar® ve Heliaseal® materyalleri ile

karşılaştırmak ve bu uygulamaların süt ve daimi dişlenmedeki başlangıç mine lezyonu üzerine başarısını belirlemek için mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü, renk ve SEM analizi ile makaslama bağlanma kuvveti analizleri yapılmıştır.

Minede oluşan demineralizasyon ve remineralizasyonun değerlendirilmesi amacıyla kullanılan mikrosertlik yöntemi, indirekt mineral kaybı ya da kazancını gösterir. Kuvvetin yüklenmesi sonrasında, yüzeyde oluşan çukurcuğun uzunluk değerleri artmışsa bu durum mineral kaybına işaret eder. Ancak çukurcukta uzunluk değerleri azalmışsa bu durum mineral kazanımını gösterir. Mikrosertlik yöntemi ile indirekt mineral kaybı ya da kazancı belirlenebilmekte ve elde edilen değerler, minenin mineral içeriği hakkında kalitatif olarak bilgi sahibi olunmasına olanak sağlamaktadır.¹⁵⁷

Featherstone ve arkadaşları¹⁶² yapay olarak oluşturdukları çürük benzeri lezyonlarda yaptıkları bir çalışmada minenin mikrosertlik değerleri ile çürük lezyonlarındaki mineral oranı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu saptamışlar ve mikrosertlik ölçümünün diş minesinin erken demineralizasyonunu tesbit etmek için yeterince duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Yüzey sertliği testleri rezin esaslı dental materyallerin fiziksel özellikleri hakkında (sağlamlıkları, dayanıklılıkları ve aşınma dirençleri gibi) da bilgi sağlayan önemli bir yöntemdir. Dental materyallerin sertlik değerlerinin belirlenmesinde Brinell, Rockwell, Knoop ve Vicker's gibi test yöntemleri kullanılmaktadır.^{163,164}

Çalışmamızda mine ve materyallerin yüzey mikrosertlik değerlerini belirlemek için hem materyallerin mekanik özelliklerindeki

değişiklikleri belirlemede hem de kırılğan yüzeylerde ve diş dokusunda kullanımının daha uygun olduğu belirtilen Vicker's mikrosertlik test cihazı kullanılmıştır.

Rezin esaslı dental materyallerin yüzey sertliği ölçümünde, batıcı ucun materyalin matriks yapısını ya da doldurucudan zengin bir bölgesini çentiklemesine bağlı olarak sertlik değerlerinde farklılıklar oluşabileceği ifade edilmektedir. Bu nedenle her örnekte yüzey sertliği ölçümlerinin, birden fazla sayıda yapılması önerilmektedir.^{99,165} Aynı durum sağlam mine yüzeyi ve oluşturulan başlangıç mine yüzeyi yüzey mikrosertliği ölçümleri içinde geçerli olup, ölçümlerde bölgesel farklılıkları ortadan kaldırmak için ilk ölçüm yapılan bölgeden 100 µm uzaklaşarak 3 ayrı ölçüm yapılmış ve ortalamaları alınmıştır.

Ayrıca mikrosertlik testlerinde standart ve homojen yüzeylerin elde edilebilmesi için polisajlanmış mine örneklerinin kullanılmasının gerektiği bildirilmektedir.^{99,160} Bu nedenle mikrosertlik testi için kullandığımız mine yüzeyleri başlangıç mine lezyonu oluşturmadan önce herbir örnek sırayla 300, 600 ve 800 gritlik silikon karbid zımparalarla 20'şer sn aşındırılarak standart yüzeyler oluşturulmuştur.

Ölçümler öncesi diş yüzeyleri peçete ile kurularak ıslak mine yüzeyinde ışığın kırılması nedeniyle yanlış ölçümler yapılması engellenmiştir.

Çalışmamızda aynı diş örneği üzerinde sağlam mine yüzeyi, başlangıç mine lezyonu, materyaller uygulandıktan sonra ve materyalin yeni asit atağı sonrası Vicker's mikrosertlik değerleri ölçülmüştür.

Çalışmamızda süt ve daimi dişte sağlam mine yüzeyi mikrosertlik değerleri birbirine paralel ve daimi dişlerde (252,1 - 315,3 VHN) süt dişlerine (216 - 294 VHN) göre daha fazla bulunmuştur.

Ayrıca oluşturulan başlangıç mine lezyonu yüzey mikrosertlik değerleri her iki diş grubunda birbirine paraleldir.(Daimi diş 47,1- 67,5 VHN/ Süt dişi 46,1- 65,5 VHN) Aslında süt ve daimi dişler aynı şartlarda demineralizasyona tabi tutulsa bile süt dişlerinin yapısı gereği daimi dişe göre daha hızlı ve daha derin lezyon oluşması gerekmekte bu nedenle mikrosertlik değerinin daimi dişe oranla daha az olması beklenmektedir. Ancak dişlerin farklı bireylerden çekilmiş olması, farklı mineral içeriğine sahip olması ve lezyon standardizasyonu için lazer floresans yönteminin kullanılması sonuçları etkilemektedir.

Başlangıç mine lezyonu ve lezyona deney materyalleri uygulandıktan sonra yüzey mikrosertlik değerleri arasındaki fark karşılaştırıldığında; Icon® uygulanan her iki diş grubunda değerler birbirine yakın olup, Ambar® ve Heliaseal® gruplarından istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. (Icon; Daimi diş 64 / Süt dişi 72,9 VHN- Ambar®; Daimi diş 4,2/ Süt dişi 2,8 VHN- Heliaseal® Daimi diş 6,5 -Süt dişi 4,3 VHN). Başlangıç mine lezyonuna uygulanan Heliaseal® ve Ambar® gruplarının mikrosertlik değerleri ise birbirine yakın olup istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir farklılık yoktur.($p>0,0042$)

Torres ve arkadaşları⁹⁹ dana dişlerinde florid uygulamaları ve Icon®'un yapay olarak oluşturulan başlangıç mine lezyonu üzerine etkilerini uygulama sonrası 4. hafta, 8.hafta ve yeni asit atağı sonrasında mikrosertlik yönünden değerlendirmişlerdir. Yapılan ölçümlerde sağlam mine yüzey mikrosertlik değerinin; başlangıç mine lezyonu, Icon® uygulaması ve florid uygulamaları ile yeni asit atağı sonrası ölçülen

mikrosertlik değerlerinden daha yüksek olduğu tesbit edilmiştir. Icon® uygulanan grubun 4. ve 8. hafta sonundaki mikrosertlik değerlerinin sağlam mine değerine daha yakın olduğunu, florid uygulanan gruplar arasında günlük uygulamanın haftalık uygulamaya oranla daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Taher ve arkadaşları⁹⁸ sağlam insan diş minesi üzerine uygulanan Icon® ve Seal-Rite (fissür örtücü)'ın mikrosertlik değerlerini in vitro olarak birbiriyle ve uygulama öncesi sağlam mine mikrosertlik değerleriyle karşılaştırmışlardır. Uygulama öncesi sağlam mine yüzeyi mikrosertlik değerinin (290.6 VHN) Icon® uygulandıktan sonra azaldığı (246.4 VHN) fakat istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı belirtilmiştir. Fissür örtücü grubunda (37.5 ± 14.2 VHN) ise sağlam mine mikrosertlik değerinin (382.6 ± 71.5 VHN) fissür örtücü uygulanması sonrası azaldığı ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturduğu belirtilmiştir. Icon® uygulanan grubun (246.4 ± 123.9) mikrosertliğinin fissür örtücü uygulanan gruba oranla daha fazla olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda elde edilen mikrosertlik sonuçları süt ve daimi diş gruplarında daha önce yapılan çalışmalarla paralellik göstermekte, mikrosertlik değerleri karşılaştırıldığında sağlam mine > Icon® > Heliaseal® > Ambar® şeklinde sıralanmaktadır.

Icon® metakrilat bazlı bir rezin matriks olan TEGDMA içermektedir.¹⁰ Ayrıca Icon® uygulaması sırasında %99' luk etanolle yüzeyin yıkanması kalan suyun buharlaşmasını sağlamaktadır. Böylece materyalin viskozitesi ve kontak açısı azalmış, penetrasyon katsayısı artmıştır. Kısacası materyalin yüzeye daha iyi penetre olması sağlamıştır.^{7,85} Yapılan çalışmalarda TEGDMA içerikli infiltrantın çözücü içeren ve içermeyen iki farklı bileşimi mine lezyonlarına uygulanarak

penetrasyon^{8,144,166} ve lezyonun ilerlemesini durdurmadaki etkinliği¹⁶⁷ karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak etanol çözücü ve TEGDMA içerikli infiltrantın daha başarılı olduğu bulunmuştur.

Helioseal® BisGMA/TEGDMA oranı %97'den fazladır. Ambar® ise UDMA ve HEMA içermektedir. Materyallerin içeriklerinin farklı olması mikrosertlik değerlerinin farklı olmasını açıklayabilmektedir. Ayrıca mine yüzeyinin infiltrasyon tedavisi için hazırlanmasında hidroklorik asit ile asitlenmesi, %37'lik fosforik asite oranla materyalin daha başarılı, daha derin alana penetrasyonuna neden olur.⁸⁵ Çalışmamızda Helioseal® ve Ambar® materyalleri için uygulama öncesi firmanın kullanım önerisi olan %37'lik fosforik asit kullanılmıştır.

Ambar® materyalinin çözücüsünde etanoldür. Uygulandığı yüzeydeki suyun buharlaşmasıyla materyalin daha derinlere penetre olması beklenir, fakat metakrilat içeriği nedeniyle daha visköz olması penetrasyonunun daha yüzeyel olmasına neden olur. Penetrasyonun iyi olmaması materyal mikrosertlik ölçümlerinin azalmasınada yol açar.

Ayrıca materyalin çözücü olarak etanol içermesi suyun buharlaşması sırasında rezinde poröz bir yapının oluşmasına neden olur. Resinin yüzeyi oldukça pürüzlü bir yapı kazanır, aşınmaya dayanıksızdır ve su emilimi artar. Sonuç olarak materyalin mikrosertlik değeri azalır.¹⁶⁸

Çalışmamızda materyallerin yüzey mikrosertliği incelendiğinde yukarıda bahsedilen özelliklere paralel sonuçlar alındığı görülmektedir. Helioseal® ve Ambar® uygulanan grupların mikrosertliğinin sağlam mine ve Icon® grubuna oranla daha az mikrosertlik değeri göstermesinin sebebi resinin ince bir tabaka halinde mine üzerinde lokalize kalmasına bağlı olabilir. Uygulanan resinin mine yüzeyinde

kalması materyalin viskozitesinden ve penetrasyon yeteğinin başarısız olmasından kaynaklanmaktadır.^{169,170} Icon® ise, fissür örtücü uygulamalarının aksine sadece mine yüzeyinde değil, lezyon içerisinde rezin matriksin demineralize mine yapısını kuvvetlendirmesiyle de difüzyon bariyeri oluşturmaktadır.¹⁴⁴

Paris ve arkadaşlarının¹⁶⁸ dana dişlerinde yaptıkları in vitro bir çalışmada yapay çürük üzerine uygulanan farklı içerikteki deneysel infiltrantlarla Icon® materyalinin ve tekrarlanan demineralizasyon sonrası bu materyallerin mikrosertlik ve lezyonun ilerlemesi engellemedeki etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak Icon®'un (146 VHN) tedavi edilmeyen lezyonlara kıyasla (37VHN) sert bir yüzey oluşturduğu mikrosertliği artırdığı ve lezyonun ilerlemesini azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca infiltrant içeriğinin materyalin fiziksel özelliklerini etkileyerek mikrosertliği değiştirdiği belirtilmiştir. Çalışmada tekrarlanan demineralizasyondan sonra Icon® uygulanan grupta materyalin mikrosertliğinin azalmadığı da belirtilmiştir.

Torres ve arkadaşlarının⁹⁹ yaptıkları çalışmada ise başlangıç mine lezyonlarına Icon® ve florid uygulanarak dişlerin yeni asit atağına tabi tutulması sonrası yüzey mikrosertlik değerleri karşılaştırılmış, en fazla değişimin Icon® uygulanan grupta olduğu tesbit edilmiştir.

Çalışmamızda yeni asit atağı sonrası en az mikrosertlik değeri değişen materyal Helioclear® (Daimi diş -5,1/ Süt dişi -3,2 VHN) olurken en fazla değişikliğe uğrayan Icon® (Daimi diş -44/ Süt dişi -68,4) olmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda da rezin infiltrant tekniğinin lezyonun ilerlemesini azaltmada etkili olduğu fakat Icon® ile tedavi edilen lezyonların tekrarlanan asit atağı karşısında demineralizasyonun az da olsa devam ettiği belirtilmiştir.^{87, 88} Bu durumun uygulamaya bağlı olarak

ister.^{102, 174} Ayrıca SEM yüzey topografisini tanımlamada sınırlıdır. Üç boyutlu yüzey yapının görüntülenmesine izin vermez.

Konfokal lazer taramalı mikroskop (CLSM) dental materyallerin incelenmesinde kullanılan diğer bir yaygın tekniktir. Fakat hazırlanan örneklerin transparant olması gerekir, bu transparantlığın sağlanması için dişlerden alınan kesitlerin ortalama kalınlığının maksimum 100 µm olması gereklidir.¹⁰⁵ Bu nedenle örnek hazırlama sırasında diştan kesit alırken infiltre olan materyalin kaybı veya görüntülenmek istenen alanın tam olarak saptanamaması ve kısıtlı bir alanın incelenmesi dezavantajlarıdır.

Yüzey pürüzlülüğünün 3 boyutlu atomik kuvvet mikroskobu gibi aletlerle optik olarak ölçülmesi sırasında yüzeyin yansıyan ışığı absorbe etmesi ve saçması nedeniyle bu yöntemlerle değerlendirilmesi oldukça zordur.¹⁷⁵

Icon® materyalinin yüzey pürüzlülüğünün incelenmesinde daha önce yapılan çalışmalarda izleyici uçlu temaslı⁹⁸ ve temassız yüzey profilometresi¹⁷⁶ kullanıldığı görülmüştür.

Çalışmamızda özel tekniklerle örneklerin hazırlanmasını gerektirmeyen, uygulaması, ulaşılabilirliği kolay olan ve ölçümlerin tekrar edilmesine olanak sağlayan izleyici uçlu profilometre cihazı kullanılmıştır.

Bu teknikte çok sivri bir izleme ucu ölçüm yapılan yüzey üzerinde, yüzey düzensizliklerine çapraz yönde ve değerlendirme uzunluğu boyunca hareket ettirilirken meydana gelen titreşimlerin büyütülerek, hareketli bir şerit üzerine kaydedilmesi veya göstergeden okunması esasına dayanmaktadır.¹⁷⁷ Pikap ignesi gibi yüzeyde doğrusal

bir hat boyunca kayıt yapan cihazlar (Stylus tipi araçlar) işlenmiş yüzeylerin pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde basit bir yöntem olmaları nedeniyle daha sıklıkla tercih edilmektedirler. Bu cihazlarda elmas uçlar kullanılmaktadır. İğnenin uç yarıçapı, yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmeye imkan verecek ölçüde küçük olarak seçilmektedir. Cihazın elmas ucunun çapı azaldıkça ölçüm hassasiyeti artmaktadır.¹⁷⁸ Yapılan ölçümler sırasında cihazın tarayıcı ucunun mine yüzeyine zarar verdiği düşünülse de yapılan çalışmalarla oluşan etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ve meydana gelen bozulmaların her örnekte standart olması nedeniyle profilometre değerlendirmelerinin kabul edilebilir olduğu belirtilmektedir.^{179, 180}

SEM ve polarize ışık mikroskobu çalışmalarında oluşturulan yapay çürük lezyonlarının başlangıç aşamasında interkristalin boşlukta aralanma olduğu ve daha sonra ilerleyen lezyonla birlikte yüzey altı alanda demineralizasyonun ilerlediği saptanmıştır.^{181,182} Bu boşluk alanların yüzeyde var olması yüzey altı alanda lezyonun ilerlemesinin devamına neden olur. Bu nedenle yapılan bazı çalışmalarda çürük benzeri lezyon oluşturulması sonrası yüzey pürüzlülüğünde artış olduğu gösterilmiştir.^{181,182}

Optik profilometre ile yapılan çalışmalarda demineralizasyon işlemi sonrası yüzey pürüzlülüğünün arttığı gösterilmiştir.^{183, 184} Çalışmamızda da her iki diş grubunda başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra yüzey pürüzlülüğü artış göstermektedir (Sağlam mine daimi diş 0,72-0,12 / süt diş 0,41-0,16 µm; demineralize mine daimi diş 2,60-1,07 / süt diş 2,40-1,15 µm).

İnfiltrasyon tedavisinde rezin materyallerin mine çürüğüne infiltrasyonu kapiller basıncı kuvvetiyle oluşmaktadır. Lezyonun

mineralden zengin yüzeyel tabakası rezinin penetre olmasını engeller. Bu yüzden asitle yüzey tabakanın infiltrasyon tedavisi öncesi kaldırılması gereklidir.^{86 121} Doğal çürükte yüzeyel tabakanın kalınlığı 10 µm¹⁸⁵ ile 50 µm¹⁸⁶ arasında değişmektedir. Oluşturulan suni çürükte ise yüzey tabakanın kalınlığı doğal çürüğe oranla daha incedir.¹⁸⁷ Bu yüksek mineral içerikli yüzeyin kaldırılması için uygulanan asitler yüzey tabakada poröziteyi artırır.⁸⁴ Çalışmamızda Icon® grubu için hidroklorik asit uygulanırken, diğer deney materyalleri için fosforik asit uygulanmıştır. Yapılan in vitro Icon® çalışmalarında mine yüzeyinin aşındırılmasında en etkili uygulamanın daimi ve süt dişleri için %37'lik fosforik asit yerine %15'lik hidroklorik asit uygulaması olduğu gösterilmiştir.^{85,86} In vitro yapılan bir çalışmada %20'lik fosforik asitin dana dişlerinde oluşturulan demineralize alanlara uygulanması sonrası asitlenen yüzeyin başlangıç mine çürüğü yüzey ölçümlerine göre pürüzlülüğünün % 450'den daha fazla arttığı gösterilmiştir.¹⁷⁶ Aynı çalışmada lezyon yüzey yüksekliğinin asit uygulaması sonrası azaldığı da tesbit edilmiştir.

Demineralize yüzeye materyaller uygulandıktan sonra polimerizasyon öncesi fazla materyalin uzaklaştırılması lezyon yüzeyinde kalın bir resin tabakanın oluşarak periodontal sorunlara ve sekonder çürüklere neden olmasını engellemektedir.^{81,85} Ancak bu uygulama yüzey pürüzlülüğünün artmasına sebep olur.¹⁸⁸

Klinik koşullarda zımparalarla yüzeydeki fazla materyalin aşındırılması oldukça zordur. Çünkü uygulanan kuvvet kontrol edilemeyerek materyalden fazla kaldırılabilir veya uygulanan alan kısıtlanamayarak sağlam mine yüzeyi de aşındırılabilir. Aproksimal alanlara klinik koşullarda infiltrant uygulanırken dişlerin kontakt alanlarının ortodontik elastiklerle bir miktar aralanması önerilmektedir.⁴ Proksimal alandaki bu küçük aralanma ile fazla materyalin pamuk peletle alınması zor olacağından interproksimal alanda tavsiye edilen yöntem diş ipi

kullanımıdır.¹⁸⁴ Son yıllarda Icon® ticari ismiyle piyasada yerini alan infiltrant materyalinin interproksimal alanlarda kullanımını kolaylaştıran, firma tarafından üretilmiş ara yüz başlıkları ile taşkın olmayan anatomik yapıya uygun uygulamaların yapılması daha kolay olmaktadır.

Mueller ve arkadaşları¹⁸⁴ dana dişlerinde oluşturdukları başlangıç mine lezyonlarına Icon®, Excite, Forify, Glaze and Bond uygulandıktan sonra polimerizasyon öncesinde fazla materyali küçük bir pamuk pellet ile alarak veya fazlalıkları almadan polimerizasyon sonrası abraziv striplerle yüzeyleri polisajlamışlardır. Bu iki farklı uygulama sonrasında yüzey pürüzlülükleri karşılaştırdıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlamamışlardır. Sonuç olarak infiltrasyon tedavisinde ışıkla polimerizasyon sonrası abraziv striplerle polisaj yapılmasının yüzey pürüzlülüğünü daha fazla azaltmadığını belirtmişlerdir.¹⁸⁴ Bu çalışmanın sonucuna dayanarak çalışmamızda materyallerin fazlalığı küçük pamuk peletlerle silinmiştir.

Uygulanan materyallerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin farklı olması yüzey pürüzlülüğünde farklı olmasının başlıca nedenidir.⁹⁸ Icon® öncesi uygulanan etanol penetrasyon katsayısını artırır, viskoziteyi ve kontak açısını azaltır.⁷ Icon®'un metakrilat içeriği elastik, çapraz bağlı üretan esaslı polimerdir. Taher ve arkadaşlarının⁹⁸ yaptığı in vitro bir çalışmada sağlam mine yüzeyi pürüzlülüğü bu yüzeye uygulanan fissür örtücü ve Icon® materyaliyle karşılaştırılmış, fissür örtücü grubunun ($5.3 \pm 1.4 \mu\text{m}$) sağlam mine ($6.3 \pm 2.6 \mu\text{m}$) ve Icon® grubuna ($6.9 \pm 2.0 \mu\text{m}$) göre daha pürüzsüz olduğu belirtilmiştir. Icon® uygulanan yüzeylerin sağlam mine yüzeyine göre daha pürüzlü olduğu izlenmiş ancak istatistiksel olarak karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.⁹⁸

Çalışmamızda da süt ve daimi dişlere uygulanan materyaller sağlam mine ve başlangıç mine lezyonu yüzey pürüzlülüğü ile karşılaştırıldığında en pürüzsüz yüzey sağlam mine (daimi diş 0,37- süt dişi 0,22) olarak bulunurken bunu sırasıyla Helioseal® (daimi diş 0,56- süt dişi 0,61), Icon® (daimi diş 0,77- süt dişi 0,84), Ambar® (daimi diş 1,10- süt dişi 1,15) takip etmiştir. Fissür örtücünün en pürüzsüz alanı oluşturmamasının nedeni sadece mine yüzeyinde bir tabaka oluşturmaması, lezyona tam penetre olmamasıyla açıklanmaktadır.⁹⁸ Ayrıca Icon®, un Ambar®'a göre daha az yüzey pürüzlülüğü göstermesinin sebebi ise hidroklorik asit uygulaması sonrası lezyon yüksekliğinin azalması ve oluşan oksijen inhibisyon zonunun Ambar®'a oranla daha az oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Lezyon yüzeyine uygulanan materyalin yükseklik ve kenar açısının değeri rezin tabakanın farklı kalınlıklarda olmasına neden olur. Young ve arkadaşları,¹⁷⁶ dana dişlerinde oluşturulan başlangıç mine lezyonuna %20'lik fosforik asit sonrası uygulanan Excite'ı; Fortify, Glaze & Bond ve Icon® ile karşılaştırmışlar ve Excite'ın en kalın rezin tabakayı oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu sonucu Excite'ın çözücü içeriğinin az ve nano doldurucularının varlığına bağlamışlardır. Ayrıca Icon®'un düşük viskoziteye ve düşük kontak açısına sahip olması nedeniyle oluşturduğu rezin tabakanın ince oluştuğuna da dikkat çekmişlerdir.

Yeni asit atağı sonrası materyallerin yüzey pürüzlülüğü karşılaştırıldığında en az değişime uğrayan materyal Helioseal® olurken, Helioseal®, Ambar® ve Icon® arasındaki değişim karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

İnfiltrasyon tedavisinde kullanılan materyal yüksek oranda fonksiyonel çözücü içeriyorsa düşük viskoziteli olmasına rağmen daha

kalın oksijen inhibisyon zonu oluşturmaktadır. Bu nedenle polimerizasyon sırasında daha fazla büzülmekte, çok fazla buharlaşan solvent içeriği (etanol) homojen olmayan rezin tabakanın oluşmasına hatta kısmen eksik kalmasına neden olmaktadır.¹⁷⁶ Böylece yeni asit atağı sonrası Icon® ve Ambar® materyallerinin daha fazla erozyona uğradığı düşünülmektedir.

Başlangıç mine lezyonu sağlam yüzey tabakanın altında mineral kaybıyla karakterizedir. Lezyon gövdesindeki porozitenin artması lezyonun beyazımsı renkte bir görüntüye sahip olmasına neden olur.^{11,189}

Minenin translüsensitesi mine kristalleri arasındaki boşluğun boyutuna bağlı olan optik bir özelliktir. Başlangıç halindeki aktif çürüğün gözle tesbit edilebilmesi için havayla kurutulması gerekirken, mineral yapının daha fazla çözülmesiyle mine kristalleri arasındaki boşluğun genişlediği ilerlemiş mine lezyonlarının gözle görülebilmesi için hava ile kurutulmasına gerek yoktur. Minenin dehidratasyon durumu minenin ışığı yansıtmasındaki değişime bağlı olarak translüsensitesini etkiler.¹¹

Lezyon oluşumuyla minenin yapısındaki bozulma prizmalar arası boşlukta sıvı artışına ve minenin refraktif indeksinde azalmaya neden olur.¹¹ Çünkü etkilenmiş mine yüzeyi daha pürüzlü hale gelir ve yüzey parlaklığını kaybeder, böylece minenin ışığı saçması artar. Sonuç olarak poröz mine sağlam mineye oranla daha fazla ışığı saçar ve opak bir görüntü sergiler.¹⁸⁹ Opak mine lezyonlarının görüntüsü lezyonun aktivitesi hakkında bilgi verir. Lezyon tebeşirimsi ve pürüzlü bir yüzeye sahipse aktif, parlak ve düz bir yüzeye sahipse inaktiftir. ¹¹.

Minede oluşan çürük lezyonunun tedavisinde seçilen yöntem sadece dişte demineralizasyonun ilerlemesini durdurmakla kalmamalı aynı zamanda dişte istenilen estetik görüntüyü de kazandırmalıdır.

Opak mine lezyonuna infiltrant uygulamasının renk açısından başarısını araştıran çok az çalışma vardır.^{11,189,190} Bu nedenle çalışmamızda başlangıç mine lezyonuna uygulanan materyallerin lezyonunun opak görüntüsünü maskelemedeki başarıları da karşılaştırılmıştır.

Renk değişikliği gözle veya renk ölçüm aletleri ile değerlendirilebilmektedir. Aletsel ölçümler görsel renk ölçümlerindeki sübjektif yorumları elimine etmekte ve kantitatif değerler verebilmektedir.¹⁹¹

Çalışmamızda renk analizi için spektrofotometre cihazı ve renk farkını belirlemede kullanılan CIE (Comission Internationale De L'eclairage) L* a* b* renk sistemi kullanıldı. CIE L*a*b* sisteminin avantajı küçük renk değişikliklerinin tespitine imkan vermesi ve renk değişiminin büyüklüğünü ΔE şeklinde sayısal bir değerle ifade edilebilmesidir.¹⁹²

Bu amaçla süt ve daimi dişlerin günün aynı saatinde aynı ışık ortamında aynı örnekte mine yüzeyi sağlamken, başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra, materyaller uygulandıktan sonra renk analizleri yapılmıştır. Aynı analiz başlangıç mine lezyonuna uygulanan materyallerin çeşitli içeceklerde bekletilmesinden önce ve sonra da yapılarak materyallerin renklenme miktarları ve içeceklerin materyalleri renklendirme etkileri birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Başlangıç mine lezyonlarında yaygın olarak kullanılan tedavi yöntemi topikal florid uygulaması ve oral hijyenin geliştirilmesi ile remineralizasyonun sağlanmasıdır.¹⁸⁹

Willmot¹⁹³ yaptığı bir çalışmada ortodontik tedavi sonrası oluşan opak mine lezyonlarına düşük konsantrasyonlu florid içeren ağız gargarası ve diş macununun birlikte kullanılması ile lezyonların görsel olarak boyutlarının azaldığını belirtmiştir. Mine lezyonlarının boyutlarında 12. haftanın sonunda %4.6'lık bir azalma görülürken, 26. haftanın sonunda %3.5' lik bir azalma olduğunu tesbit etmiştir.

Topikal florid uygulamalarıyla çok az opak mine lezyonunda kabul edilebilir bir estetik görüntü oluşurken, çoğunun opak görüntüsünün devam ettiği de belirtilmektedir.⁹² Ayrıca remineralizasyon yönteminin en büyük dezavantajı opak lezyonun maskelenmesi için uzun zamana ihtiyaç olmasıdır.¹⁸⁹ Kısacası florid uygulamaları lezyonun remineralizasyonunda başarılı olurken lezyonun maskelenmesinde çok başarılı bir tedavi yöntemi olamamaktadır.¹¹

Yüksek konsantrasyonlu florid içeren ajanlarla remineralizasyon tedavisinde yüzeyel tabakadaki hızlı mineral çökmesi yüzey tabakadaki porların tıkanmasına ve lezyon gövdesine mineral geçişinin engellenmesine neden olur.⁹² Sonuç olarak lezyonun optik yansıması değişmekte, fakat lezyon gövdesinin porlu yapısının devamı sağlam mineye göre bu yapının ışığı daha fazla yansıtmasına ve opak görüntünün ısrarlı bir hal almasına yol açar.

Remineralizasyonda böyle bir sonuç oluşmaması için sığ lezyonlarda (60µm) tükürükten yavaş ve dereceli bir remineralizasyon sağlanmalı veya düşük konsantrasyonlu florid ajanlarının (floridli gargaralar, diş macunları gibi) kullanılması önerilmektedir. Böylece lezyonun büyük ölçüde tamir edileceği ve daha az görünür hale geleceği belirtilmektedir.¹⁹⁴

Rezin infiltrasyon tekniği ise opak mine lezyonlarının tedavisinde alternatif bir yöntem olarak öne sürölmektedir. Kullanılan düşük viskoziteli rezinle lezyon gövdesindeki mikroporöz alanlar tıkanmakta ve lezyonun sadece yüzeyinde değil içinde de bir diffüzyon bariyeri oluşturulmaktadır.¹⁸⁹ Böylece düşük viskoziteli rezin mine lezyonundaki poröz alanları doldurarak pozitif bir etki oluşturur. Tebeşirimsi görüntü sağlam mine görüntüsüne döner.

İnfiltrant materyali olarak kullanılan Icon®'un viskozitesi ve mine ile kontak açısı düşük, yüzey gerilimi ise yüksektir. Mineralden zengin üst tabaka lezyona penetrasyonu engellemektedir. Bu nedenle bu tabakanın kaldırılması gerekmektedir.⁹² Aktif mine lezyonu incedir ve poröz alan sadece yüzeyel tabakadadır. Bu nedenle penetrasyon aktif lezyonda inaktif lezyona göre daha kolay olmaktadır. İnfiltrasyon tedavisinin remineralizasyon uygulamalarına göre avantajı derin lezyonlarda rezinin lezyonun en derin alanlarına kadar ulaşabilmesi ve lezyonun rengini değiştirebilmesi ve estetik düzelmenin hemen olmasıdır.

Rocha ve arkadaşlarının¹¹ yaptığı in vitro bir çalışmada dana dişlerinde oluşturulan opak mine lezyonlarında lezyonun maskelenmesi için uygulanan florid jel ve solusyon ile Icon® karşılaştırılmıştır. Renk ölçümleri başlangıç (yapay çürük oluşturulduktan sonra), 4. hafta, 8. hafta ve yeni asit atağı sonrasında yapılmıştır. Icon® uygulanan grupta 8. haftanın sonunda ΔL değerinde florid gruplarına göre daha fazla azalma olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuç Icon®'un lezyonu maskelemede etkili olduğunu ve lezyonu sağlam minenin doğal rengine yaklaştırdığını göstermektedir. Aynı çalışmada yeni asit atağı uygulaması ile oluşan renk değişiminin materyalin uygulanmasından sonraki 4. ve 8. haftada oluşan renk değişimi farklılığına göre daha az olduğu tesbit edilmiştir. Bu durumun rezinin asite gösterdiği dirence bağlı olduğunu düşünmüşlerdir. Daha önce yapılan çalışmalarda rezin infiltrant tedavisinin

demineralizasyon koşullarında lezyonun ilerlemesini azalttığı tesbit edilmiştir.⁸ Fakat Icon® uygulaması sonrası demineralizasyonun halen devam ettiğini gösteren bir çalışma da bulunmaktadır.⁸⁸ Bu sonuç ya rezinin lezyon gövdesine tam olarak penetre olamamasından veya rezinin polimerizasyon sırasında büzülmesi ve sızıntı oluşturmamasından kaynaklanmaktadır.^{85,144} Bu nedenle rezin materyalin 2 kez uygulanması ile polimerizasyon büzülmesinin en aza indirilmesi ve ilk uygulama sonrası fazla materyalin kaldırılmasıyla açıkta kalan boşlukların infiltrantın tekrar uygulanmasıyla kapatılması önerilmektedir.¹⁹⁵

Demineralize alana uygulanan %15'lik hidroklorik asit mineralden zengin yüzey tabakanın aşındırılmasını sağlayarak infiltrantın lezyona daha iyi penetre olmasını sağlar. Bu asitleme işlemi minenin mineral yapısını da çözeceği için yüzey rengini de etkileyecektir. Asitleme sonrası hemen uygulanan rezin asit nedenli oluşan renk değişimini hemen tersine çevirecektir.

Bir maddenin ışığı hangi oranda geçirdiğini gösteren refraktif indeks sağlam minede 1.65 iken mikroporözitesi artmış mine kristallerinin arasındaki boşluğun suyla dolduğu minede 1.33 ve hava ile dolu iken 1 olarak ölçülmüştür. Lezyondaki mikroporöz alanlar rezinle doldurulduğunda refraktif indeks artar sağlam mine değerine yaklaşarak 1.46 olur.⁹²

Başlangıç mine lezyonlarının diğer bir tedavi yöntemi ise mikroabrazyon yöntemidir. Bu teknikte lezyonun en üst yüzeyel tabakası hidroklorik asit içerikli bir pomza yardımıyla aşındırılarak remineralize edilir.^{92, 189} Bu uygulamayla mine yüzeyi düz ve parlak hale getirilmiş olur. Bu aşındırma yönteminde en fazla 0.2 mm'lik mine yüzeyi kaldırılabilir.¹⁸⁹ Murphy ve arkadaşlarına¹⁹⁶ göre bu yöntemle opak

mine lezyonlarının boyutundaki azalma ortalama %83'dür. Mikroabrazyon diş yüzeyini mine prizmasından yoksun camsı bir yapıya dönüştürür. Kusurlar maskelenebilir ancak mineden önemli miktarda madde kaybı olur.¹⁸⁹

Son ve arkadaşlarının¹⁸⁹ 2011 yılında yayınlanan bir olgu sunumunda dişlerinde opak mine lezyonları olan erişkin iki bayan hastada sağ taraftaki dişlerine Icon[®], sol taraftaki dişlerine ise mikroabrazyon yöntemi uygulanarak tedavi yöntemlerinin opak rengi maskelemedeki etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak mikroabrazyon yöntemi sonrası opak görüntünün ilk haline göre daha belirginleştiği, Icon[®] uygulanan dişlerde ise opak görüntünün tamamen kaybolmamasına rağmen daha azaldığı gözlenmiştir.

Mikroabrazyon tekniğinde minenin yalnızca 200 µm' lik bir kısmı kaldırılabilir. ¹⁹⁷ Bu nedenle uygulanacak tedavi belirlenirken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. ¹⁸⁹ Ayrıca mikroabrazyon tedavisi ile karşılaştırıldığında infiltrasyon tedavisi daha az invaziv bir tedavi yöntemidir. ⁹²

Lezyonların maskelenebilmesi oluşan lezyonun derinliğine ve aktivitesine de bağlıdır. Eski lezyonlar kalın, mineralden zengin yüzeye sahipken; aktif lezyonlar sıg ve yüzey tabakası incedir. Bu nedenle lezyonların maskelenmesi daha başarılı olmaktadır. ¹⁹⁰

Süt ve daimi dişler açısından sağlıklı mine yüzeyleri ile başlangıç mine lezyonları arasındaki renk farkı (ΔE_1) birbirleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p_{Icon}=0,010$, $p_{Ambar}=0,023$, $p_{Helioseal}=0,016$)

Çalışmamızda süt ve daimi dişlerde oluşturulan başlangıç mine lezyonlarını en iyi maskeyen materyalin Icon® olduğu tesbit edilmiştir. Bu materyali sırasıyla Ambar® ve Heliaseal® izlemiştir.

Opak mine lezyonunu maskelemede en başarısız grubun Heliaseal® olması materyalin beyaz renkte olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca Ambar® ve Heliaseal®,ın lezyona Icon® kadar iyi penetre olmadığı ve daha yüzeyde kaldıkları düşünülmektedir. Bu durumda lezyon gövdesindeki porlar materyaller tarafından tıkanamamakta ve ışığın daha az yansımaya neden olmaktadır.

Ayrıca Ambar®'ın çözücüsünün etanol olması ve bu nedenle lezyon gövdesindeki porlardaki su ile daha başarılı yer değiştirerek mine yapısındaki boşlukları doldurması ile sağlam mineye daha yakın bir görüntü verebildiği düşünülmektedir.

Diş hekimliğindeki renk analizi çalışmalarında renk değişimi büyüklüğünün 1'den büyük olması durumunda gözle fark edilmeye başlandığı ve 3.7 ye kadar kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir. Bu değerlerin üzerindeki renk değişimlerinin ise kabul edilemeyeceği ifade edilmektedir.¹⁹⁸ Ölçülen renk değişim değeri 2'den büyük olduğunda gözlemcilerin örnekler arasındaki renk farklılığını tespit edebildikleri, ΔE 'nin 1-2 arasında olduğunda ise hatalı yorumların yapılabildiği, ΔE 'nin 1'in altına düşmesi durumunda ise renk farklılığının daha güç algılanabildiği bildirilmektedir.¹⁹²

Sağlam mine ve opak mine lezyonu arasındaki renk farkı (ΔE) 3.7'den büyük olduğunda opak mine lezyonları klinik olarak görülebilmektedir. $\Delta E \leq 3.7$ ise opak mine lezyonu tamamiyle maskelenebilmiş demektir.¹⁹⁰

Çalışmamızda ΔE_1 değerlerine bakıldığında süt ve daimi dişlerde oluşturulan lezyonların görünürlüğü en fazla daimi diş grubunda olmuştur. Bunun nedeninin süt dişlerinin yapı olarak daha beyaz olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. (Daimi diş ΔE_1 41,4 - 41,2 / Süt diş ΔE_1 25,5 - 33,8)

Materyallerin lezyonu maskelemedeki yetenekleri ΔE_2 açısından bakıldığında en başarılı Icon® olsa da lezyonu tam olarak maskeleyemediği görülmektedir. (Daimi diş ΔE_2 23,8 / Süt diş ΔE_2 16,1)

Süt dişlerindeki başlangıç mine lezyonlarının Icon® ve Ambar® materyalleri ile daimi diş oranla istatistiksel olarak daha başarılı maskelelendiği gözlemlenmiştir ($p < 0,0083$). Süt dişlerinde oluşan başlangıç mine lezyonu- sağlam mine yüzeyi renk farkı daha az olduğu için daha başarılı maskeleme yapıldığı düşünülmektedir.

Kim ve arkadaşları¹⁹⁰ yaptıkları in vivo çalışmada 18 başlangıç mine lezyonuna Icon® uygulaması sonrası 11 tanesinin tamamen, 6 tanesinin parsiyal maskelenebildiğini ve 1 tanesinin ise değişmeden kaldığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada 20 gelişimsel mine defektli santral dişin Icon® ile tedavisinde 5 tanesinin tamamen, 6 tanesinin parsiyal maskelenebildiği 8 tanesinde ise bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir.

Rezin infiltrasyon uygulamasının çürük lezyonunu durdurmadaki etkisi in vitro⁸⁷, in situ⁸⁸, in vivo¹³ çalışmalarda ve ayrıca opak mine lezyonunu maskeleyebildiği de yapılan bazı klinik çalışmalar da gösterilmiştir.^{89,92}

Renkli içeceklerin infiltrant tedavisi üzerine etkileri ile ilgili yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmamızda çocuklar tarafından gün içinde sıklıkla tüketilen kakaolu süt, portakal suyu ve çayın deney materyalleri üzerine renklendirme etkileri incelenmiştir. Tüm diş gruplarında materyellerin renk değişimi çay içerisinde bekletilenlerde en fazla, portakal suyunda bekletilenlerde ise en az olarak bulgulanmıştır.

Renklenme çay, kahve, kola gibi içeceklerin restoratif materyalin yüzeyine absorpsiyonu ya da adsorpsiyonu ile meydana gelmektedir.¹⁹⁹ Bu nedenle deney materyalinin yüzey pürüzlülüğü ve içeriği boyanma miktarını etkilemektedir.

Çalışmamızda başlangıç mine lezyonuna materyaller uygulandıktan sonraki yüzey pürüzlülük ortanca değerleri karşılaştırıldığında en fazla Ambar® daha sonra Icon® ve en son olarak Helioseal®'ın geldiği görülmektedir. İçeceklerin deney materyallerinde meydana getirdikleri renklenme de yüzey pürüzlülüklerine paralellik göstermiştir.

Hidrofobik materyallerin, günlük beslenmede hidrofilik materyallerden, çok daha az boya Emilimi ve çok daha az dışsal boyanma gösterdiği rapor edilmiştir.²⁰⁰ Bu emilim temel olarak rezin matriksin su absorpsiyonundan kaynaklanmaktadır.

Materyallerin içeriğine baktığımızda Ambar® materyali UDMA , HEMA ve hidrofilik metakrilat monomerler ve silica nano doldurucular içerir, Helioseal® doldurucusuzdur, BisGMA ve TEGDMA içermektedir. Icon® ise doldurucusuzdur ve TEGDMA içermektedir. Renk değişimine karşı UDMA'nın (Üretan dimetakrilat), BisGMA (Bisfenol-A glisidildimetakrilat)'dan daha dirençli olduğu ve daha düşük viskoziteye

organik kısımlar ve porözlü bölgeler pozitif birefranj, sağlam mine bölgeleri ise negatif birefranj göstermektedir.⁸³

Diğer bir yöntem konfokal lazer tarayıcılı mikroskopla görüntüleme yöntemidir. Tekniğin temeli, konfokal aparat yardımıyla odaklanılan düzlem dışına saçılan ışınların eliminasyonuna dayanmaktadır. Görüntü, küçük boyutta lazer ışın kaynağıyla taranan yüzeyden yansıyan ışınların kaydedilmesiyle elde edilir. Derin tomografik görüntü, lezyon yüzeyine dik ya da paralel olarak alınan bir seri ardışık görüntünün kaydedilmesiyle oluşturulur.¹⁰⁵ Bu yöntemde infiltrant materyalin başlangıç mine çürüğüne penetrasyonunu görüntülemek için fluoresans içerikli bir boya ile rezinin (direk teknik) ya da hem rezinin hemde demineralize yapıdaki lezyonun farklı renkteki fluoresans boyalar ile işaretlenmesi (indirek teknik) ile görüntü elde edilir.²⁰⁶ Resin materyalin infiltrasyon miktarı ve lezyon derinliği ölçülebilmekte fakat lezyonun mineral kaybı hakkında bir ölçüm yapılamamaktadır.⁷⁹

Fluoresans boyaların kimyasal konfigürasyonları nedeniyle TEGDMA, HEMA veya BIS-GMA içerikli rezinlere bağlanmaları zordur. Bu kimyasal bağlanmanın eksikliği boya ile işaretleme yapılmak istenen rezinin ışıkla sertleşmemiş monomerlerinin içine ilave edilen fluoresans boyanın ışınmasına neden olan foloforlar kolaylıkla çözünebilirler ve çevre dokulara penetre olarak geniş bir alanda farklı ışınma yaparak yanlış görüntü oluşmasına neden olabilirler.¹⁰³

Çalışmamızda daha önce yapılan araştırmalarda rezinin penetrasyonunu değerlendiren yöntemlere referans olarak kullanılan²⁰⁶, ulaşılabilirliği ve örnek hazırlaması daha kolay olan SEM cihazı kullanılarak infiltrantın başlangıç mine lezyonu ile ilişkisi değerlendirilmiştir.

Bu yöntemin en önemli dezavantajı ise kurutma işlemleri sırasında oluşan büzülmeler nedeniyle artifaktların meydana gelebilmesidir.¹⁹⁷

Oluşan başlangıç mine çürüğü makroskopik olarak incelendiğinde, başlangıçta saydam olan minede matlaşma olmakta ve daha sonra bu bölgede beyaz, tebeşire benzer bir görüntü oluşmaktadır.¹¹⁸ Çalışmamızda da demineralizasyon solusyonuna konulan süt ve daimi dişlerin DİAGNOdent pen ile yapılan günlük takibinde alınan skorların zamanla artış gösterdiği buna paralel olarak sağlam mine yüzeyinin zamanla matlaştığı ve giderek beyaz bir görüntü verdiği tesbit edilmiştir.

Mine lezyonu SEM ve polarize ışık mikroskopuyla incelendiğinde ilk olarak interkristalin alanda bir genişleme daha sonra minenin en üst yüzeyinde bir demineralizasyon olduğu bilinmektedir.^{181,182} Çalışmamızda oluşturulan lezyon yüzeyleri SEM ile incelendiğinde doğal çürük lezyonlarından farklı olarak yüzey tabaka erozyon benzeri bir görüntü sergilemektedir. Bu görüntü SEM'de görüntü almak için kesit alınan diş yüzeylerindeki smear tabakayı uzaklaştırmakta kullandığımız %15'lik HCl' in lezyon yüzey tabakasını tamamiyle çözmesiyle oluşmaktadır.¹¹⁸

Çalışmamızda materyallerin mine ile bağlantısını SEM ile değerlendirdiğimizde; Icon® mine ile iyi bir penetrasyon sağlamıştır. Diğer deney materyalleri Ambar® ve Helioseal® örneklerinde ise penetrasyonun her yerde iyi olmadığı, yer yer mine ile materyal arasında boşluklar izlendiği belirlenmiştir.

Rezin materyalin doğal çürüğe penetrasyonu suni çürüğe oranla daha yüzeyeldir. Çünkü doğal çürüğün yüzey tabakası yapay

çürükle karşılaştırıldığında daha kalın ve mineral yoğunluğu daha fazladır. Lezyon gövdesindeki mineral dağılımları, protein ve karbonhidrat gibi organik içerikleri de farklılık gösterir. Bu durum rezinin penetrasyon hızını ve derinliğini azaltır.⁸

Bu nedenle infiltrant tedavisi için kullanılacak materyallerin uygulanmasından önce yüzeyin aşındırılarak hazırlanması gerekmektedir. Bu amaçla yüzeye uygulanacak olan asitin cinsi, likit veya jel olması, konsantrasyonu yüzeyde oluşacak olan aşınma miktarını ve penetrasyonunu etkiler. Yapılan in vitro bir çalışmada başlangıç mine lezyonlarına 2 dakika %15'lik HCl uygulanması sonrası örneklerin %70'inde yüzeyin %90'nının aşındığı tesbit edilmiştir.⁸⁶

Paris ve arkadaşlarının⁸⁵ yaptıkları in vitro bir çalışmada %15'lik HCl kullanılması sonrası doğal mine lezyonunda 58 µm'lik bir penetrasyon oluşurken %37'lik fosforik asit uygulaması sonrasında 25 µm'lik yani yüzeyel bir penetrasyon olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda Icon® öncesi firmanın önerisi doğrultusunda %15'lik HCl, diğer materyaller içinse %37'lik fosforik asit kullanılmıştır. Uygulanan asitin farklı olması ve özellikle lezyon yüzeyini aşındırmada HCl'in daha etkili olması Icon®'un daha iyi penetrasyon göstermesine neden olmuştur.

İnfiltrantlar, dental adezivler ve fissür örtücülerden penetrasyon hızlarının fazla olması, düşük viskoziteleri, mine yüzeyiyle düşük kontakt açısı yapmaları ve yüksek yüzey gerilimi göstermeleriyle ayrılırlar.⁷ Böylece diğer materyallere oranla lezyon gövdesine daha iyi penetre olurlar.^{8,144}

Yapılan çalışmalarda başlangıç mine lezyonuna uygulanan fissür örtücü ve adeziv materyallerin lezyona parsiyel olarak penetre oldukları ve lezyonun yüzeyinde bir rezin tabaka oluşturdukları gözlemlenmiş^{121,124, 197} ve asit atağı karşısında lezyonun ilerlediği gösterilmiştir.^{5,82,197}

İnfiltrant tedavisinde kullanılan rezin ise sadece lezyon yüzeyinde değil lezyon gövdesine de penetre olarak dişin yapısına destek olmakta hem de yeni asit atağına karşı bir bariyer oluşturmaktadır.⁴

Başlangıç halinde ancak henüz kavite oluşmayan mine lezyonlarının tedavisinde sadece demineralizasyon gösteren alanların Icon®'la infiltrasyonu, daha ilerlemiş lezyonların ise akışkan bir kompozitle restorasyonu önerilmektedir.⁹

Bu koşullar altında yapılacak tedavide kullanılan infiltrantın demineralize alan için infiltrant, ilerlemiş lezyonlar için ise bir bonding ajan olarak kullanımı, işlemin kolay ve kısa sürede uygulanmasını sağlayacaktır. Bu amaçla kullanılacak olan Icon®'un en az klasik bir adeziv kadar mineye bağlanma kuvveti göstermesi gerekmektedir.

Icon®'un demineralize mineye olan bağlantısının incelendiği in vitro çalışmalarda makaslama bağlanma kuvveti dana dişi kullanılarak incelenmiştir.^{9,207,208} Çalışmamızda gerçeklere daha yakın sonuçlar elde edebilmek için insan süt ve daimi dişi kullanılarak Icon® ve Ambar®'ın makaslama bağlanma kuvveti değerlendirilmiştir.

Wiegand ve arkadaşlarının⁹ yaptığı in vitro bir çalışmada dana dişinde oluşturulan başlangıç mine lezyonuna uygulanan Icon®'un makaslama bağlanma kuvvetinin 17.5 MPa, adeziv materyalin (Heliobond,

Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn) bağlanma kuvvetinin ise 15 MPa olduğu bildirilmiştir.

Attin ve arkadaşlarının²⁰⁷ yaptıkları diğer bir in vitro çalışmada ise dana dişinde oluşturulan başlangıç mine lezyonuna Icon®, hassasiyet giderici florid içeren bir cila ve florid bir jel uygulandıktan sonra yapıştırılan ortodontik braketlerin makaslama bağlanma kuvvetleri incelenmiştir. Icon® için makaslama bağlanma kuvveti 17MPa iken, Elmex Florid için 3MPa, Clinpro White Varnish için 5,3 MPa olduğu tesbit edilmiştir. Sonuç olarak demineralize mineye braket yapıştırılmadan önce Icon® uygulanması bağlanma kuvvetini florid uygulanan gruplara oranla daha çok artırmıştır.

Naidu ve arkadaşlarının²⁰⁸ yaptıkları in vitro diğer bir çalışmada ise demineralize mineye braket yapıştırmadan önce Icon® kullanılmasının ortodontik rezin simanların makaslama bağlanma kuvvetlerini azaltmadığı tam tersine artırdığı, ayrıca braketlerin sökülmesi sırasında minede oluşabilecek kırılmaların azalmasına neden olduğu belirtilmiştir.

Çalışmamızda da Icon®,un bağlanma kuvveti.(daimi diş 17,9-süt diş 16,7) her iki diş grubunda da Ambar®,a (daimi diş 14,2-süt diş 13,1) göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca her iki materyalin daimi dişe olan bağlanma kuvveti süt dişine oranla daha fazla olmuştur.

Minenin prizmatik tabakası süt dişinde daimi dişe göre daha yaygındır.²⁰⁹ Bu yapı asitleme işlemiyle rezinin bağlanması için hazırlanan daha az prizmatik yapıya neden olur.²¹⁰ Sonuç olarak süt dişindeki bağlanma daimi dişe oranla daha zayıf olmaktadır.

Yapay başlangıç mine lezyonu ile sağlam mine arasındaki makaslama bağlanma kuvveti karşılaştırıldığında demineralize minenin daha yüksek bağlanma kuvveti gösterdiği tesbit edilmiştir. Çünkü demineralize mine infiltrant veya adezivin daha derinlere penetre olmasına izin vermektedir.⁹

Minede iyi bir bağlanma sağlayabilmek için yüzeyin asitlenmesi gerekmektedir. Asitleme işlemiyle mine yüzeyi temizlenir, smear tabaka uzaklaştırılır. Prizmatik ve interprizmatik mineral kristalleri çözülerek mikroporözite ve minenin yüzey enerjisi artırılır.²¹¹ Böylece mine yüzeyine rezin esaslı bir materyal uygulandığında, kapiller basıncın etkisiyle rezin mine yüzeyine kolayca penetre olur. Rezinin mine prizmalarının ve kristallerinin arasına penetre olması ile oluşan rezin mikrotagları, rezinin mineye bağlanmasının temel mekanizmasını oluşturur.²¹²

Çalışmamızda diş örneklerine deney materyalleri uygulanmadan önce firmaların önerileri doğrultusunda asit uygulamaları yapılmıştır. Icon® uygulamadan önce %15'lik HCl, Ambar® uygulanmadan önce ise %37'lik fosforik asit kullanılmıştır. Daha önceki yapılan çalışmalarda HCl asitin fosforik asite oranla lezyon yüzeyini tamamen aşındırdığı ve penetrasyonun daha etkili olmasını sağladığı bilinmektedir.^{79,85} Uygulanan asit mine yüzeyini rezinin bağlanması için hazırladığına göre Icon® için uyguladığımız HCl asit nedeniyle daha derin bir bağlanma olduğu böylece bağlanma kuvvetini artırdığı düşünülmektedir.

Bağlanma kuvvetini etkileyen diğer bir faktör rezin materyalin özellikleridir. Yüksek miktarda TEGDMA ve etanol içeriği deneysel rezin infiltrantın mineyle olan kontak açısını ve viskozitesini azaltır, penetrasyon

yeteneğini artırır, yüksek BisGMA içeriği ise negatif yönde etkiler.⁷ Diğer taraftan BisGMA/ TEGDMA oranında TEGDMA lehindeki artış rezinin polimerizasyon büzülmesini ve polimerizasyon stresinin artmasına neden olur.²¹³ Bu durum bağlanma kuvvetini negatif etkiler.²¹⁴ Ayrıca polimerizasyon büzülmesi, oksijen inhibisyon zonunun oluşması veya solventin tam olarak buharlaşmaması nedeniyle rezin tabaka homojen olmayan bir görüntü sergileyebilir. Bu durumda da bağlanma kuvveti yine azalmıştır.^{124,144} Icon® içeriği nedeniyle Ambar®'a göre daha iyi penetrasyon özelliği göstermeli ve bağlanma kuvveti daha fazla olmalıdır. Fakat Ambar®'ın düşük moleküler ağırlıklı ve hidrofilik yapılı HEMA monomeri içermesi, infiltrasyon özelliğini artırdığı ayrıca içeriğindeki UDMA monomeri sayesinde etkili bir adezyon oluşturabildiği de düşünülmektedir. Ambar®'ın bağlanma kuvvetini artıran diğer bir nedense oluşturulan başlangıç mine lezyonunun, doğal çürük lezyonlarına göre daha yüzeyel olmasıdır. Ambar®'ın mineye tamamen infiltre olabilmesini ve bağlanma kuvvetini artırarak Icon®'a yakın değerler vermesini sağlar.

Icon® uygulanan her iki diş grubunda koheziv kopma tipi, Ambar® uygulanan her iki diş grubunda ise adeziv kopma tipi daha fazla gözlenmiştir. Koheziv kopma tipi materyalin daha iyi penetre olduğunu göstermekle beraber kopma tipi bağlanma kuvvetinin daha fazla olacağını göstermez. Bağlanma kuvvetinin değeri test mekaniği ve materyalin kırılgenliği ile ilişkilidir.²¹⁵

Yapılan in vitro bir çalışmada dana dişlerinde oluşturulan başlangıç mine lezyonlarına ve sağlam mine yüzeylerine Icon®, Heliobond ve Icon®-Heliobond kombinasyonu uygulanarak akışkan kompozitin mineye olan bağlanma kuvveti incelenmiştir. Sonuç olarak klasik bonding uygulaması öncesinde infiltrant uygulanmasının sağlam ve çürük mineye olan bağlanmayı artırmadığı görülmüştür. Ancak kavitasyon oluşmuş mine

lezyonlarında restorasyon yapılırken infiltrant uygulaması sonrası bonding kullanımının yararlı olabileceği bildirilmiştir.⁹

Çalışmamızın sonuçları Icon® ile yapılan bu çalışmaları destekler niteliktedir. Icon®'un akışkan kompoziti demineralize mineye bağlama kuvveti süt ve daimi dişlerde klasik bir adeziv olan Ambar® ile paralel hatta daha fazladır.

Elde edilen verilerin ışığı altında; her iki diş grubunda da yeni asit atağı sonrası yüzey pürüzlülüğü açısından Helioseal®' ın daha başarılı olması, mineye bağlanma kuvveti değerlendirildiğinde Icon®'un Ambar®' a paralel sonuçlar vermesi ile birlikte; Icon® başlangıç mine lezyonuna uygulandığında yüzey mikrosertliğini arttırmış, yüzey pürüzlülüğünü azaltmış, lezyon rengini sağlam mineye yaklaştırmış ve lezyona iyi bir infiltrasyon sağlayarak bir bonding ajan kadar kuvvetli bağlanabilmiştir. Ancak yeni asit atağı karşısında etkilenmesi ve renkli içeceklerde renk değiştirmesi olumsuz özellikleri olarak görülmüştür. Başlangıç mine lezyonunun daha başarılı tedavi yaklaşımı için uygulanan materyallerle uzun takipli klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Doğal remineralizasyonu aktiveştiren uygulamalarla birlikte oral hijyenin geliştirilmesi ve diyet alışkanlıklarının düzenlenmesinin yanısıra başlangıç mine lezyonlarının tedavisinde Icon®'un kullanılması umut vaat eden bir yaklaşım olarak görülmektedir.

6. SONUÇ

Süt ve daimi dişlerde oluşturulan başlangıç mine lezyonlarına rezin infiltrant Icon[®], adeziv materyal Ambar[®] ve fissür örtücü Heliaseal[®]'ın uygulanması sonucu materyallerin birbirlerine ve diş gruplarına göre etkinliğinin araştırıldığı in vitro çalışmamızda

- Süt ve daimi dişlerde oluşturulan başlangıç mine lezyonlarına Icon[®]- Ambar[®]- Heliaseal[®] uygulandıktan sonra mikrosertlik değerleri incelendiğinde; Icon[®] uygulanan grupta mikrosertlik değerlerinin sağlıklı minenin mikrosertlik değerinin yarısından daha düşük olduğu, Ambar[®] ve Heliaseal[®] gruplarında değerlerin birbirine yakın ancak sağlıklı mine ve Icon[®] grubuna oranla oldukça düşük değerler verdiği görülmüştür.. (Sağlıklı; daimi diş: 285,7/süt diş: 264,0 > Icon[®]; daimi diş: 125,4/ süt diş: 122,3 > Heliaseal[®]; daimi diş: 59,8 / süt diş: 64,3 > Ambar[®]; daimi diş: 55,7/ süt diş: 59,1)
- Başlangıç mine lezyonuna uygulanan deney materyallerinin yeni asit atağı sonrası mikrosertlik değerleri incelendiğinde; Heliaseal[®]'ın asitten fazla etkilenecek en az mikrosertlik değişimi gösteren materyal olduğu, Icon[®]'un ise en fazla değişime uğrayan grup olduğu gözlenmiştir.
- Süt ve daimi dişler açısından karşılaştırıldığında tüm materyaller için elde edilen yüzey mikrosertlik değerleri arasındaki fark (T2-T0, T2-T1,T3-T2) süt ve daimi dişler açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir (p>0,0028).
- Materyallerin yüzey pürüzlülükleri sağlam mine ile karşılaştırıldığında Heliaseal[®] en yakın değerleri verirken, bu grubu Icon[®] ve Ambar[®] izlemiştir.
- Yeni asit atağı sonrası tüm materyallerin yüzey pürüzlülüğü artış göstermiştir (p<0,001). En fazla artış gösteren materyal Ambar[®] olup, bunu Icon[®] ve Heliaseal[®] izlemiştir.

- Icon[®], Ambar[®] ve Helioseal[®] için elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki fark (T2-T0, T2-T1,T3-T2) süt ve daimi dişler açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır(p>0,0028).
- Süt ve daimi dişlerde materyallerin başlangıç mine lezyonunu maskeleme özellikleri karşılaştırıldığında Icon[®] istatistiksel olarak Ambar[®] ve Helioseal[®]'a göre daha başarılı bulunmuştur (p<0,001). Sağlıklı mine rengine en yakın maskeleme özelliği olan materyal Icon[®] daha sonra sırasıyla Ambar[®] ve Helioseal[®] olarak gözlenmiştir (p<0,001).
- Uygulanan materyallerin başlangıç mine lezyonunu maskeleme yeteneği süt ve daimi dişler açısından karşılaştırıldığında, Icon[®] ve Ambar[®] gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunurken (p Icon <0,001, p Ambar= 0,004) Helioseal[®] grubu için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (pHelioseal=0,250). Süt dişlerindeki başlangıç mine lezyonlarının Icon[®] ve Ambar[®] materyalleri ile daimi dişe oranla daha başarılı maskelediği gözlenmiştir .
- Çayda ve kakaolu süt içinde bekletilen örnekler incelendiğinde en fazla renklenmenin Ambar[®] grubunda olduğu, fakat tüm materyaller birbirleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı gözlenmiştir (p>0,0083).
- Portakal suyunda bekletilen örnekler incelendiğinde Ambar[®] istatistiksel olarak Icon[®] ve Helioseal[®]'dan daha fazla renklenme göstermiştir(p<0,0083).
- Portakal suyu, kakaolu süt ve çayda bekletilen süt ve daimi dişler renk değişimi açısından birbiriyle karşılaştırıldıklarında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir.(p>0,0056)
- Tüm dişlerde Icon[®], Ambar[®] ve Helioseal[®] grupları arasında çay ve kakaolu süt içinde bekletilen örneklere göre portakal suyunda bekletilen örneklerin renk değişimi istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur (p<0,001).

- Ambar® uygulanan dişlerde çayda bekletilen örnekler, kakaolu sütte bekletilenlere göre renk değişimi istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0,001$)
- Icon®'un mine ile bağlantısı SEM ile değerlendirildiğinde; iyi bir penetrasyon sağladığı gözlenmiştir.
- Ambar® ve Heliocore® örneklerinde ise penetrasyonun her yerde iyi olmadığı, yer yer mine ile materyal arasında boşluklar olduğu izlenmiştir.
- Süt ve daimi dişlerde Icon® ve Ambar®'ın mineye bağlanma kuvvetleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş ve Icon®'un her iki diş grubunda da mineye daha kuvvetli bağlandığı gözlenmiştir ($p<0,001$).
- Materyallerin süt ve daimi diş minesine olan bağlanmaları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemesine rağmen uygulanan materyallerin daimi diş minesine bağlanma kuvvetlerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p>0,017$).
- Icon® uygulanan dişlerde kopma tipleri incelendiğinde koheziv tip kopmanın, Ambar® uygulanan dişlerde ise adeziv tip kopmanın daha fazla olduğu gözlenmiştir.
- Icon® ve Ambar® uygulanan diş grupları arasında kopma tipleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

7. ÖZET

Yeni Bir Rezin İnfiltrant Icon®'un Mikro-invaziv Çürük Tedavisinde Etkinliğinin İn vitro Olarak Değerlendirilmesi

Bu çalışmada, rezin infiltrant Icon®'un süt ve daimi dişlerde oluşturulan başlangıç mine lezyonlarına etkinliğinin in vitro olarak incelenerek Ambar® ve Heliocseal® ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmada 264'er adet süt molar ve daimi premolar dişte başlangıç mine lezyonu oluşturulmuş ve Icon®'un her iki diş grubundaki etkinliklerini incelemek amacıyla mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü ve renk analizleri yapılmıştır. Mine lezyonlarının yapısını ve materyallerin lezyonla olan ilişkisi taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirilmiştir. Ayrıca Icon® ve Ambar®'ın makaslama bağlanma kuvvetleri analiz edilmiş, kopma tipleri stereomikroskopta incelenmiştir.

Mikrosertlik analizinde; Ambar® ve Heliocseal® birbirine yakın ancak sağlam mine ve Icon®'a oranla oldukça düşük değerler vermiştir. Yeni asit atağı sonrasında Heliocseal® en az mikrosertlik değişimi göstermiştir.

Yüzey pürüzlülüğü analizinde sağlam mineye en yakın değeri Heliocseal® verirken, bu grubu Icon® ve Ambar® izlemiştir. Mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü diş grupları açısından karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,0028$).

Icon®, başlangıç mine lezyonunu maskelemede Ambar® ve Heliocseal®'a göre daha başarılı olurken, Icon® ve Ambar® süt dişlerinde daimi dişe oranla daha başarılı bulunmuştur ($p < 0,0083$).

Çayda, kakaolu sütte ve portakal suyunda bekletilen örnekler arasında en fazla renklenme Ambar® grubunda olmuş($p>0,0083$) ve diş grupları arasında renk değişimi açısından istatistiksel anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,0056$).

Icon®'un lezyona iyi penetre olduğu izlenmiş, Ambar® ve Heliaseal® örneklerinde lezyon ile materyal arasında boşluklar saptanmıştır.

Her iki diş grubunda Icon®-mineye daha kuvvetli bağlanmıştır. Icon® uygulanan dişlerde koheziv, Ambar® uygulanan dişlerde ise adeziv tip kopma örneklerinin daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak başlangıç mine lezyonlarının resinle infiltrasyonu umut vaat eden bir yaklaşımdır. Fakat oral hijyen ve diet alışkanlığı kontrolü gözardı edilmemelidir.

Anahtar kelimeler: Başlangıç mine lezyonu, infiltrant, adeziv

8. SUMMARY

In vitro Evaluation of a New Resin Infiltrant Icon[®]'s Sufficiency in Micro-invasive Caries Treatment

The aim of this study is investigating efficiency of resin infiltrant Icon[®]'s over initial enamel lesion of primary and permanent teeth in vitro and comparing with Ambar[®] and Heliaseal[®].

For each teeth group, 264 initial lesions were created. Microhardness, surface-roughness and color analysis were done for searching efficiency of Icon[®] at each teeth groups. Lesion's structure and material's relation with lesion were evaluated with SEM. Icon[®]'s and Ambar[®]'s shear-bond strength were analyzed, mode of fracture was assessed with stereomicroscope.

Ambar[®] and Heliaseal[®] has closer values, however has lower values compared with healthy enamel and Icon[®] for microhardness analysis. After new acid attack, Heliaseal[®] showed the least microhardness variation.

For surface-roughness, Heliaseal[®] had the closest value to healthy enamel; Icon[®] and Ambar[®] followed this group. When microhardness and surface-roughness are compared in terms of teeth groups, statistically no significant difference was discovered ($p > 0,0028$).

Icon[®] is more successful for masking lesion compared to Ambar[®] and Heliaseal[®]; Icon[®] and Ambar[®] is more successful in primary teeth compared to permanent teeth ($p < 0,0083$).

Ambar[®] discolored the most for tea, chocolate milk and orange juice($p>0,0083$) and statistically no significant difference was discovered between teeth groups for discoloration($p>0,0028$).

Icon[®] penetrates to lesion well, however there were spaces between lesion and material at Ambar[®] and Heliobond[®].

Icon[®] bonds stronger at both teeth groups. Cohesive fracture was observed more at Icon[®]; while Adhesive fracture was observed more at Ambar[®].

In conclusion, infiltrating of initial enamel lesion with resin is promising approach; however oral hygiene and diet habit should not be ignored.

Keywords: Initial enamel lesion, infiltrant, adhesive

9. KAYNAKLAR

1. Rainey JT. Air abrasion: an emerging standard of care in conservative operative dentistry. *Dent Clin North Am.* 2002; 46: 185-209.
2. White JM, Eakle WS. Rationale and treatment approach in minimally invasive dentistry. *J Am Dent Assoc* 2000; 131 : 13-19.
3. Kidd EA. The diagnosis and management of the 'early' carious lesion in permanent teeth. *Dent Update* 1984; 11: 69-70.
4. Kielbassa AM, Muller 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* 2009; 40: 663-681.
5. 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* 1976; 55: 812-818.
6. Martignon S, Ekstrand KR, Ellwood R. Efficacy of sealing proximal early active lesions: an 18-month clinical study evaluated by conventional and subtraction radiography. *Caries Res* 2006; 40: 382-388.
7. 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* 2007; 23: 742-748.
8. Meyer-Lueckel H, Paris S. Improved resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res* 2008; 87: 1112-1116.
9. Wiegand A, Stawarczyk B, Kolakovic M, Hammerle CH, Attin T, Schmidlin PR. Adhesive performance of a caries infiltrant on sound and demineralised enamel. *J Dent* 2011; 39: 117-121.
10. Meyer-Lueckel H, Chatzidakis A, Naumann M, Dorfer CE, Paris S. Influence of application time on penetration of an infiltrant into natural enamel caries. *J Dent* 2011; 39: 465-469.

11. Rocha Gomes Torres C, Borges AB, Torres LM, Gomes IS, de Oliveira RS. Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on the colour masking of white spot lesions. *J Dent* 2011; 39: 202-207.
12. Meyer-Lueckel H, Bitter K, Paris S. Randomized controlled clinical trial on proximal caries infiltration: three-year follow-up. *Caries Res* 2012; 46: 544-548.
13. Paris S, Hopfenmuller W, Meyer-Lueckel H. Resin infiltration of caries lesions: an efficacy randomized trial. *J Dent Res* 2010; 89: 823-826.
14. Simmer JP, Hu JC. Dental enamel formation and its impact on clinical dentistry. *J Dent Educ* 2001; 65: 896-905.
15. Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C. Biological factors in dental caries enamel structure and the caries process in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 2). *J Clin Pediatr Dent* 2004; 28: 119-124.
16. Boyde A. Enamel. In: Oksche A, Vollrath L., editors. *Handbook of microscopic anatomy*. Berlin: Springer Verlag; 1989. 309-473.
17. Robinson C, Shore RC, Brookes SJ, Strafford S, Wood SR, Kirkham J. The chemistry of enamel caries. *Crit Rev Oral Biol Med* 2000; 11: 481-495.
18. Fejerskov O, Thylstrup A. Clinical and pathological features of dental caries. In: *Textbook Of Clinical Cariology*. 2 nd ed. Copenhagen: Munksgaard;1994: 111-157.
19. Yalçın Çakır F, Gürkan S, Attar N. Çürük mikrobiyolojisi. *Hacettepe Diş Hek Fak Der* 2010; 34: 78-91.
20. Ünlü F, Buduneli N. Ana hatlarıyla periodontoloji In: Peter F, Fedi J, editors. *Ege Üniversitesi Basımevi*, İzmir: 2001.
21. Pot TJ, Groeneveld A, Purdell-Lewis DJ. The origin and behaviour of white spot enamel lesions. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1977; 85: 6-18.
22. Carvalho JC, Thylstrup A, Ekstrand KR. Results after 3 years of non-operative occlusal caries treatment of erupting permanent first molars. *Community Dent Oral Epidemiol* 1992; 20: 187-192.

23. Axelsson P. Development of carious lesions. In: Axelsson P, editor. *Diagnosis and risk Prediction of Dental caries*. Karlstad, Sweeden, Quintessence Publishing Co, Inc, Chicago, Berlin, London, Tokyo, Paris, Barcelona, Sao Paulo, Moscow, Praque Warsaw,: 2001. 181-204
24. Zero DT. Dental caries process. *Dent Clin North Am* 1999; 43: 635-664.
25. Arends J, Christoffersen J. The nature of early caries lesions in enamel. *J Dent Res* 1986; 65: 2-11.
26. Garcia-Godoy F, Hicks MJ. Maintaining the integrity of the enamel surface: the role of dental biofilm, saliva and preventive agents in enamel demineralization and remineralization. *J Am Dent Assoc* 2008; 139: 25-34.
27. Kidd EA, Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J Dent Res* 2004; 83: 35-38.
28. Daculsi G, LeGeros RZ, Jean A, Kerebel B. Possible physico-chemical processes in human dentin caries. *J Dent Res* 1987; 66: 1356-1359.
29. Mellbery J, Ripa L. Formation of dental caries. In: *Fluoride in Preventive Dentistry. Theory and Clinical Applications*. Chicago, Quintessence 1983: 15-40.
30. Sperber GH, Buonocore MG. Enamel surface in "white-spot" formation. *J Dent Res* 1963; 42: 724-731.
31. Kudiyirickal MG, Ivancakova R. Early enamel lesion part I. Classification and detection. *Acta Medica* 2008; 51: 145-149.
32. Çelik E, Yazkan B, Katirci K. Başlangıç çürük lezyonlarının tedavisi. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2011; 21: 48-56.
33. Darling A. Studies of the early lesion of enamel caries with transmitted light polarised light and radiography. *Br Dent J* 1959;101: 289-297
34. Pinkham J, Casamassimo P, Fields H, McTigue DJ NA. Infancy through adolescence. In: editors. *Pediatric dentistry*. 4. Missouri: Elsevier Saunders; 2005. 199–203

35. Barkowitz BKB, Moxham BJ, Holland GK. Enamel In:oral anatomy, histology and embriology. In: editors. 3nd. 2002 101-118.
36. Ulusoy AT. Pedodontide güncel koruyucu yaklaşımlar. Atatürk Üniv. Dis Hek. Fak. Derg. 2010; 3: 28-37.
37. Altun C, Güven G, Başak F. Altı-onbir yaş grubu çocukların ağız-diş sağlığı yönünden değerlendirilmesi. Gülhane Tıp Derg 2005; 47: 114-118.
38. Axelsson P, Lindhe J, Waseby J. The effect of various plaque control measures on gingivitis and caries in schoolchildren. Community Dent Oral Epidemiol 1976; 4: 232-239.
39. Balakrishnan M, Simmonds RS, Tagg JR. Dental caries is a preventable infectious disease. Aust Dent J 2000; 45: 235-245.
40. Anderson CA, Curzon ME, Van Loveren C, Tatsi C, Duggal MS. Sucrose and dental caries: a review of the evidence. Obes Rev 2009; 10 : 41-54.
41. Burt BA, Pai S. Sugar consumption and caries risk: a systematic review. J Dent Educ 2001; 65: 1017-1023.
42. Hildebrandt GH, Sparks BS. Maintaining mutans streptococci suppression with xylitol chewing gum. J Am Dent Assoc 2000; 131: 909-916.
43. Trahan L. Xylitol: a review of its action on mutans streptococci and dental plaque--its clinical significance. Int Dent 1995; 45: 77-92.
44. Hutton WL, Linscott BW, Williams DB. The Brantford fluorine experiment. Interim report after five years of water fluoridation. Can J Public Health 1951; 42: 81-87.
45. Hara AT, Lussi A, Zero DT. Biological factors. Monogr Oral Sci 2006; 20: 88-99.
46. ten Cate JM, Featherstone JD. Mechanistic aspects of the interactions between fluoride and dental enamel. Critl Rev Oral Biol Med 1991; 2: 283-296.
47. ten Cate JM, van Loveren C. Fluoride mechanisms. Dentl Clin North Am 1999; 43: 713-742.

48. Ogaard B, Arends J, Schuthof J, Rolla G, Ekstrand J, Oliveby A. Action of fluoride on initiation of early enamel caries in vivo. A microradiographical investigation. *Caries Res* 1986; 20: 270-277.
49. Rykke M, Sonju T, Skjorland K, Rolla G. Protein adsorption to hydroxyapatite and to calcium fluoride in vitro and amino acid analyses of pellicle formed on normal enamel and on calcium-fluoride-covered enamel in vivo. *Acta Odontol Scand* 1989; 47: 245-251.
50. Rolla G, Ogaard B. Studies on the solubility of calcium fluoride in human saliva. In: Leach S, editors. *Factors relating to demineralization and remineralization of the teeth*. Oxford: 1986. 45-50
51. Ogaard B. CaF₂ formation: cariostatic properties and factors of enhancing the effect. *Caries Res* 2001; 1: 40-44.
52. Chow LC. Tooth-bound fluoride and dental caries. *J Dent Res* 1990; 69: 595-600.
53. Roberson T. Karyoloji: lezyon, etyoloji, önleme ve kontrol. In: Roberson T, Heymann H, Swift E, editors. *Art and science of operative dentistry*. 5. Ankara: Güneş kitabevi; 2010. 65-135
54. Bowden GH. Effects of fluoride on the microbial ecology of dental plaque. *J Dent Res* 1990; 69: 653-659.
55. Srinivasan N, Kavitha M, Loganathan SC. Comparison of the remineralization potential of CPP-ACP and CPP-ACP with 900ppm fluoride on eroded human enamel: An in situ study. *Arch Oral Biol* 2010;55:541-544.
56. Aimutis WR. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *J Nutr* 2004; 134: 989-995.
57. Iijima Y, Cai F, Shen P, Walker G, Reynolds C, Reynolds EC. Acid resistance of enamel subsurface lesions remineralized by a sugar-free chewing gum containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Caries Res* 2004; 38: 551-556.
58. Reynolds EC. Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions. *J Dent Res* 1997; 76: 1587-1595.

59. Pulido MT, Wefel JS, Hernandez MM, Denehy GE, Guzman-Armstrong S, Chalmers JM, et al. The inhibitory effect of MI paste, fluoride and a combination of both on the progression of artificial caries-like lesions in enamel. *Oper Dent* 2008; 33: 550-555.
60. Azarpazhooh A, Limeback H. Clinical efficacy of casein derivatives: a systematic review of the literature. *J Am Dent Assoc* 2008; 139: 915-924.
61. Reynolds EC. Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: a review. *Spec Care Dentist* 1998; 18: 8-16.
62. Reynolds EC, Cain CJ, Webber FL, Black CL, Riley PF, Johnson IH, et al. Anticariogenicity of calcium phosphate complexes of tryptic casein phosphopeptides in the rat. *J Dent Res* 1995; 74: 1272-1279.
63. Güçlü A. Opak lezyonun tedavisinde CPP-ACP kullanımının etkinliği. Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi; 2012.
64. Yamaguchi K, Miyazaki M, Takamizawa T, Inage H, Moore BK. Effect of CPP-ACP paste on mechanical properties of bovine enamel as determined by an ultrasonic device. *J Dent* 2006; 34: 230-236.
65. Kumar VL, Itthagarun A, King NM. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on remineralization of artificial caries-like lesions: an in vitro study. *Aust Dent J* 2008; 53: 34-40.
66. Rose RK. Binding characteristics of *Streptococcus mutans* for calcium and casein phosphopeptide. *Caries Res* 2000; 34: 427-431.
67. Cury JA, Tenuta LM. Enamel remineralization: controlling the caries disease or treating early caries lesions? *Braz Oral Res* 2009; 23: 23-30.
68. Sudjalim TR, Woods MG, Manton DJ. Prevention of white spot lesions in orthodontic practice: a contemporary review. *Aust Dent J* 2006; 51: 284-289.
69. Nammour S, Demortier G, Florio P, Delhay Y, Pireaux JJ, Morciaux Y, et al. Increase of enamel fluoride retention by low fluence argon laser in vivo. *Lasers Surg Med* 2003; 33: 260-263.

70. Elton V, Cooper L, Higham SM, Pender N. Validation of enamel erosion in vitro. *Journal of dentistry* 2009; 37: 336-341.
71. Featherstone JD, Barrett-Vespone NA, Fried D, Kantorowitz Z, Seka W. CO2 laser inhibitor of artificial caries-like lesion progression in dental enamel. *Journal of dental research* 1998; 77: 1397-1403.
72. Esteves-Oliveira M, Zezell DM, Meister J, Franzen R, Stanzel S, Lampert F, et al. CO2 Laser (10.6 microm) parameters for caries prevention in dental enamel. *Caries Res* 2009; 43: 261-268.
73. Tagomori S, Morioka T. Combined effects of laser and fluoride on acid resistance of human dental enamel. *Caries Res* 1989; 23: 225-231.
74. Steiner-Oliveira C, Rodrigues LK, Soares LE, Martin AA, Zezell DM, Nobre-dos-Santos M. Chemical, morphological and thermal effects of 10.6-microm CO2 laser on the inhibition of enamel demineralization. *Dentl Mat J* 2006; 25: 455-462.
75. Chen CC, Huang ST. The effects of lasers and fluoride on the acid resistance of decalcified human enamel. *Photomed Laser Surg* 2009; 27: 447-452.
76. Santaella MR, Braun A, Matson E, Frentzen M. Effect of diode laser and fluoride varnish on initial surface demineralization of primary dentition enamel: an in vitro study. *Int J Paediatr Dent* 2004; 14: 199-203.
77. Cecchini RC, Zezell DM, de Oliveira E, de Freitas PM, Eduardo Cde P. Effect of Er:YAG laser on enamel acid resistance: morphological and atomic spectrometry analysis. *Lasers Surg Med* 2005; 37: 366-372.
78. Winston AE, Bhaskar SN. Caries prevention in the 21st century. *J Am Dent Assoc* 1998; 129: 1579-1587.
79. Paris S, Dorfer CE, Meyer-Lueckel H. Surface conditioning of natural enamel caries lesions in deciduous teeth in preparation for resin infiltration. *J Dent* 2010; 38: 65-71.
80. Paris S, Soviero VM, Chatzidakis AJ, Meyer-Lueckel H. Penetration of experimental infiltrants with different penetration coefficients and ethanol addition into natural caries lesions in primary molars. *Caries research* 2012; 46: 113-117.

81. 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* 2006; 31: 338-345.
82. Goepferd SJ, Olberding P. The effect of sealing white spot lesions on lesion progression in vitro. *Pediatr Dent* 1989; 11: 14-16.
83. Silverstone LM. Structure of carious enamel, including the early lesion. *Oral Sci Rev* 1973; 3: 100-160.
84. Hicks MJ, Silverstone LM. Internal morphology of surface zones from acid-etched caries-like lesions: a scanning electron microscopic study. *J Dent Res* 1985; 64: 1296-1301.
85. Paris S, Meyer-Lueckel H, Kielbassa AM. Resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res* 2007; 86: 662-666.
86. 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* 2007; 41: 223-230.
87. Meyer-Lueckel H, Paris S. Progression of artificial enamel caries lesions after infiltration with experimental light curing resins. *Caries Res* 2008; 42: 117-124.
88. Paris S, Meyer-Lueckel H. Inhibition of caries progression by resin infiltration in situ. *Caries Res* 2010; 44: 47-54.
89. Phark JH, Duarte S, Jr., Meyer-Lueckel H, Paris S. Caries infiltration with resins: a novel treatment option for interproximal caries. *Compend Contin Educ Dent* 2009; 30 : 13-17.
90. Meyer-Lueckel H, Fejerskov O, Paris S. Novel treatment possibilities for proximal caries. *Schweizer Monatsschr Zahnmed* 2009; 119: 454-461.
91. Soviero VM, Paris S, Leal SC, Azevedo RB, Meyer-Lueckel H. Ex vivo evaluation of caries infiltration after different application times in primary molars. *Caries Res* 2013; 47: 110-116.
92. Paris S, Meyer-Lueckel H. Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration--a clinical report. *Quintessence Int* 2009; 40: 713-718.

93. Burgess JO, Cakir D. Surface roughness determination of a caries infiltrant resin. [online] 2009 [cited 2013]. Available from:URL : <http://www.drilling nothanks.com>
94. Paris S, Meyer Luckel H. Influence of application frequency of an infiltrant on enamel lesions. J Dent Res 2013;15:5712.
95. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E. Clinical appearance of caries lesions. In: Fejerskov O, Kidd E, editors. Dental caries. The disease and its clinical management. Oxford: Blackwell Munksgaard: 2008. 7–18
96. Kidd E, van Amerongen J, van Amerongen W. The role of operative treatment in caries control. In: Fejerskov O, Kidd E, editors. Dental caries. The disease and its clinical management. . Oxford: Blackwell Munksgaard: 2008. 355–365.
97. Herkstroter FM, Noordmans J, Ten Bosch JJ. Wavelength-independent microradiography used for quantification of mineral changes in thin enamel and dentin samples with natural surfaces, pseudo-thick tooth sections, and whole teeth. J Dent Res 1990; 69: 1824-1827.
98. Taher NM., Alkhams HA., Dowaidi MS. The influence of resin infiltration system on enamel microhardness and surface roughness: An in vitro study. Saudi Dent J 2012; 24: 79-84.
99. Torres CR, Rosa PC, Ferreira NS, Borges AB. Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on microhardness of enamel carious lesions. Oper Dent 2012; 37: 363-369.
100. Pancu G, Andrian S, Iovan G, Ghiorghe A, Topoliceanu G, Moldovanu A, et al. Study regarding the assessment of enamel microhardness in incipient carious treated by icon method. Romanian J Oral Reh 2011; 3: 94-100.
101. Arends J, ten Bosch JJ. Demineralization and remineralization evaluation techniques. J Dent Res 1992; 71: 924-928.
102. Ten Bosch JJ, Angmar-Mansson B. A review of quantitative methods for studies of mineral content of intra-oral caries lesions. J Dent Res 1991; 70: 2-14.
103. Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Perdigao J, Lambrechts P, et al. Microscopy investigations. Techniques, results, limitations. Am J Dent 2000; 13: 3-18.

104. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mat Sci. Med* 2007; 18: 155-163.
105. Watson TF. Fact and artefact in confocal microscopy. *Adv Dent Res* 1997; 11: 433-441.
106. Schlueter N, Hara A, Shellis RP, Ganss C. Methods for the measurement and characterization of erosion in enamel and dentine. *Caries Res* 2011; 45: 13-23.
107. İnan H, Tamam E, Bağış B. Tam protezlerde kullanılan farklı kaide materyallerinin yüzey pürüzlülüğü yönünden in vitro incelenmesi. *SÜ Diş Hek Fak Der* 2008; 17: 171-176.
108. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Diş hekimliğinde renk seçimi. *Hacettepe Diş Hek. Fak. Derg.* 2009; 4: 52-58.
109. Eroğlu E, Küçükeşmen HC, Uluhan B. S.D.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Kliniğine Müracaat Eden Hastaların Diş Rengi Dağılımının Saptanması. *S.D.Ü. Tıp Fak. Derg.* 2007; 14: 28-31.
110. International, Organization, For, Standardization Dental Materials-Guidance on Testing of Adhesion to Tooth Structure. [online] 2000 [cited 2013 feb 21]. Available from URL: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=19347&ICS1=11&ICS2=060&ICS3=10
111. Cardoso PE, Braga RR, Carrilho MR. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dent Mater* 1998; 14: 394-398.
112. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Why do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res* 1997; 76: 1298-1307.
113. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength--evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 1994; 10: 236-240.
114. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts N, Longbottom C, Reich E. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res* 1999; 33: 261-266.

115. Takagi S, Liao H, Chow LC. Effect of a low-fluoride-content, two-component rinse on fluoride uptake and on de--and remineralization of enamel lesions: an in vitro study. *Caries Res* 2001; 35: 223-228.
116. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 642-648.
117. Heydecke G, Zhang F, Razzoog ME. In vitro color stability of double-layer veneers after accelerated aging. *J Prosthet Dent* 2001; 85: 551-557.
118. Belli R, Rahiotis C, Schubert EW, Baratieri LN, Petschelt A, Lohbauer U. Wear and morphology of infiltrated white spot lesions. *J Dent* 2011; 39: 376-385.
119. Featherstone JD. The continuum of dental caries--evidence for a dynamic disease process. *J Dent Res* 2004; 83:39-42.
120. Kidd EAM, JP VA. The role of operative treatment. In: Fejerskov O, E K, editors. *Dental Caries: The Disease and Its Clinical Management*. London: Blackwell Munksgaard; 2003. 245-250
121. Gray GB, Shellis P. Infiltration of resin into white spot caries-like lesions of enamel: an in vitro study. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2002; 10: 27-32.
122. Micro-invasive caries treatment with resin infiltration.(online) 2009 (cited 2013 apr 22).available from:URL: <http://www.drillingnothanks.com>
123. Martignon S, Ekstrand KR, Gomez J, Lara JS, Cortes A. Infiltrating/sealing proximal caries lesions: a 3-year randomized clinical trial. *J Dent Res* 2012; 91: 288-292.
124. Meyer-Lueckel H, Paris S, Mueller J, Colfen 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* 2006; 22: 22-28.
125. Meyer-Lueckel H, Mueller J, Paris S, Hummel M, Kielbassa AM. The penetration of various adhesives into early enamel lesions in vitro. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2005; 115: 316-323.

126. Griffin SO, Oong E, Kohn W, Vidakovic B, Gooch BF, Bader J, et al. The effectiveness of sealants in managing caries lesions. *J Dent Res* 2008; 87: 169-174.
127. Gomez SS, Basili CP, Emilson CG. A 2-year clinical evaluation of sealed noncavitated approximal posterior carious lesions in adolescents. *Clin Oral investig* 2005; 9: 239-243.
128. Perdigao J, Gomes G, Sezinando A. Bonding ability of three ethanol-based adhesives after thermal fatigue. *Am J Dent* 2011; 24: 159-164.
129. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative dentistry* 2003; 28: 215-235.
130. Kielbassa AM, Shohadai SP, Schulte-Monting J. Effect of saliva substitutes on mineral content of demineralized and sound dental enamel. *Support Care Cancer* 2001; 9: 40-47.
131. Lynch RJ, Ten Cate JM. The effect of lesion characteristics at baseline on subsequent de- and remineralisation behaviour. *Caries Res* 2006; 40: 530-535.
132. Kotsanos N, Darling AI. Influence of post-eruptive age of enamel on its susceptibility to artificial caries. *Car Res* 1991; 25: 241-250.
133. de Groot JF, Borggreven JMPM, Driessens FCM. Irregularity of lesion formation in tooth under several demineralization conditions. *Caries Res* 1986;3: 148-192. .
134. Wang LJ, Tang R, Bonstein T, Bush P, Nancollas GH. Enamel demineralization in primary and permanent teeth. *J Dent Res* 2006; 85: 359-363.
135. Thaveesangpanich P, Itthagarun A, King NM, Wefel JS. The effects of child formula toothpastes on enamel caries using two in vitro pH-cycling models. *Int Dent J* 2005; 55: 217-223.
136. Bird MJ, French Ethel I, Woodside Marian R, Morrison Martha I, Hodge Harold C. Chemical analyses of deciduous enamel and dentin. *J Dent Res* 1940; 19: 413-415.

137. Issa AI, Preston KP, Preston AJ, Toumba KJ, Duggal MS. A study investigating the formation of artificial sub-surface enamel caries-like lesions in deciduous and permanent teeth in the presence and absence of fluoride. *Arch Oral Biol* 2003; 48: 567-571.
138. Sonju Clasen AB, Ogaard B, Duschner H, Ruben J, Arends J, Sonju T. Caries development in fluoridated and non-fluoridated deciduous and permanent enamel in situ examined by microradiography and confocal laser scanning microscopy. *Adv Dent Res* 1997; 11: 442-447.
139. Mellberg JR, Nicholson CR, Miller BG, Englander HR. Acquisition of fluoride in vivo by enamel from repeated topical sodium fluoride applications in a fluoridated area: final report. *J Dent Res* 1970; 49: 1473-1477.
140. Can-Karabulut D C., Karabulut B., Solak H. Bakteriyolojik teknikler ile minede yapay çürük oluşturma yöntemleri. *Süleyman Demirel Üniv Diş Hek Fak Derg* 2010; 2: 127-136.
141. Holly FJ, Gray JA. Mechanism for incipient carious lesion growth utilizing a physical model based on diffusion concepts. *Arch Oral Biol* 1968; 13: 319-334.
142. Attin T, Meyer K, Hellwig E, Buchalla W, Lennon AM. Effect of mineral supplements to citric acid on enamel erosion. *Arch Oral Biol* 2003; 48: 753-759.
143. Magalhaes AC, Moron BM, Comar LP, Wiegand A, Buchalla W, Buzalaf MA. Comparison of cross-sectional hardness and transverse microradiography of artificial carious enamel lesions induced by different demineralising solutions and gels. *Caries Res* 2009; 43: 474-483.
144. Paris S, Meyer-Lueckel H, Colfen H, Kielbassa AM. Resin infiltration of artificial enamel caries lesions with experimental light curing resins. *Dent Mater J* 2007; 26: 582-588.
145. White DJ. Use of synthetic polymer gels for artificial carious lesion preparation. *Caries Res* 1987; 21: 228-242.
146. Buzalaf MA, Hannas AR, Magalhaes AC, Rios D, Honorio HM, Delbem AC. pH-cycling models for in vitro evaluation of the efficacy of fluoridated dentifrices for caries control: strengths and limitations. *J Appl Oral Sci* 2010; 18: 316-334.

147. Zandona AF, Zero DT. Diagnostic tools for early caries detection. *J Am Dent Assoc* 2006; 137: 1675-1684.
148. Shi XQ, Tranaeus S, Angmar-Mansson B. Validation of DIAGNOdent for quantification of smooth-surface caries: an in vitro study. *Acta Odontol Scand* 2001; 59: 74-78.
149. Pinelli C, Campos Serra M, de Castro Monteiro Loffredo L. Validity and reproducibility of a laser fluorescence system for detecting the activity of white-spot lesions on free smooth surfaces in vivo. *Caries Res* 2002; 36: 19-24.
150. Rodrigues JA, Hug I, Neuhaus KW, Lussi A. Light-emitting diode and laser fluorescence-based devices in detecting occlusal caries. *J Biomed Opt* 2011; 16: 107-109.
151. Lussi A, Megert B, Longbottom C, Reich E, Francescut P. Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci* 2001; 109: 14-19.
152. Jayarajan J, Janardhanam P, Jayakumar P. Efficacy of CPP-ACP and CPP-ACPF on enamel remineralization - an in vitro study using scanning electron microscope and DIAGNOdent. *Ind J Dent Res* 2011; 22: 77-82.
153. Aljehani A, Yang L, Shi XQ. In vitro quantification of smooth surface caries with DIAGNOdent and the DIAGNOdent pen. *Acta Odontol Scand* 2007; 65: 60-63.
154. Mendes FM, Siqueira WL, Mazzitelli JF, Pinheiro SL, Bengtson AL. Performance of DIAGNOdent for detection and quantification of smooth-surface caries in primary teeth. *J Dent* 2005; 33: 79-84.
155. Reis A, Mendes FM, Angnes V, Angnes G, Grande RH, Loguercio AD. Performance of methods of occlusal caries detection in permanent teeth under clinical and laboratory conditions. *J Dent* 2006; 34: 89-96.
156. White DJ. The application of in vitro models to research on demineralization and remineralization of the teeth. *Adv Dent Res* 1995; 9: 175-193.
157. Arends J, Christoffersen J, Christoffersen MR, Ogaard B, Dijkman AG, Jongebloed WL. Rate and mechanism of enamel demineralization in situ. *Caries Res* 1992; 26: 18-21.

158. Featherstone JD, Shariati M, Brugler S, Fu J, White DJ. Effect of an anticalculus dentifrice on lesion progression under pH cycling conditions in vitro. *Caries Res* 1988; 22: 337-341.
159. Itthagarun A, Verma S, Laloo R, King NM, Wefel JS, Nair RG. Effects of fluoridated milk on artificial enamel carious lesions: a pH cycling study. *J Dent* 2011; 39: 817-824.
160. Lussi A, Kohler N, Zero D, Schaffner M, Megert B. A comparison of the erosive potential of different beverages in primary and permanent teeth using an in vitro model. *Eur J Oral Sci* 2000; 108: 110-114.
161. Sridhar N, Tandon S, Rao N. A comparative evaluation of DIAGNOdent with visual and radiography for detection of occlusal caries: an in vitro study. *Indian J Dent Res* 2009; 20: 326-331.
162. Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res* 1983; 17: 385-391.
163. Taşveren S. İki farklı restoratif materyalin yüzey sertliklerinin karşılaştırılması. *C.Ü. Diş Hek Fak Derg* 2005; 8: 94-97.
164. Poskus LT, Placido E, Cardoso PE. Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dent Mater* 2004; 20: 726-732.
165. Mandikos MN, McGivney GP, Davis E, Bush PJ, Carter JM. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. *J Prosthet Dent* 2001; 85: 386-395.
166. Meyer-Lueckel H, Paris S. Infiltration of natural caries lesions with experimental resins differing in penetration coefficients and ethanol addition. *Caries Res* 2010; 44: 408-414.
167. Paris S, Meyer-Lueckel H. Infiltrants inhibit progression of natural caries lesions in vitro. *J Dent Res* 2010; 89: 1276-1280.
168. Paris S, Schwendicke F, Seddig S, Muller WD, Dorfer C, Meyer-Lueckel H. Micro-hardness and mineral loss of enamel lesions after infiltration with various resins: Influence of infiltrant composition and application frequency in vitro. *J Dent* 2013; 3:17-23..

169. Francescut P, Lussi A. Performance of a conventional sealant and a flowable composite on minimally invasive prepared fissures. *Oper Dent* 2006; 31: 543-550.
170. Irinoda Y, Matsumura Y, Kito H, Nakano T, Toyama T, Nakagaki H, et al. Effect of sealant viscosity on the penetration of resin into etched human enamel. *Oper Dent* 2000; 25: 274-282.
171. de Jager N, Feilzer AJ, Davidson CL. The influence of surface roughness on porcelain strength. *Dent Mater* 2000; 16: 381-388.
172. Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Darius PL, van Steenberghe D. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. An in vivo study in man. *J Clin Periodontol* 1990; 17: 138-144.
173. Quirynen M, van der Mei HC, Bollen CM, Schotte A, Marechal M, Doornbusch GI, et al. An in vivo study of the influence of the surface roughness of implants on the microbiology of supra- and subgingival plaque. *J Dent Res* 1993; 72: 1304-1309.
174. Johansson AK, Sorvari R, Birkhed D, Meurman JH. Dental erosion in deciduous teeth--an in vivo and in vitro study. *J Dent* 2001; 29: 333-340.
175. Holme B, Hove L, Tveit AB. Using white light interferometry to measure etching of dental enamel. *Measurement* 2005; 38: 137-148.
176. Yang F, Mueller J, Kielbassa AM. Surface substance loss of subsurface bovine enamel lesions after different steps of the resinous infiltration technique: a 3D topography analysis. *Odontology* 2012; 100: 172-180.
177. O'Brien KD, Watts DC, Read MJ. Light cured direct bonding--is it necessary to use a primer? *Eur J Orthod* 1991; 13: 22-26.
178. Oen JO, Gjerdet NR, Wisth PJ. Glass ionomer cements used as bonding materials for metal orthodontic brackets. An in vitro study. *Eur J Orthod* 1991; 13: 187-191.
179. Barbour ME, Rees JS. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. *J Dent* 2004; 32: 591-602.

180. Honório HM, Rios D, Junior ES, de Oliveira DS, Fior FA, Buzalaf MA. Effect of acidic challenge preceded by food consumption on enamel erosion. *European journal of dentistry* 2010; 4: 412-417.
181. Featherstone JD, Holmen L, Thylstrup A, Fredebo L, Shariati M. Chemical and histological changes during development of artificial caries. *Caries Res* 1985; 19: 1-10.
182. Holmen L, Thylstrup A, Featherstone JD, Fredebo L, Shariati M. A scanning electron microscopic study of surface changes during development of artificial caries. *Caries Res* 1985; 19: 11-21.
183. Zhang XZ, Anderson P, Dowker SE, Elliott JC. Optical profilometric study of changes in surface roughness of enamel during in vitro demineralization. *Caries Res* 2000; 34: 164-174.
184. Mueller J, Yang F, Neumann K, Kielbassa AM. Surface tridimensional topography analysis of materials and finishing procedures after resinous infiltration of subsurface bovine enamel lesions. *Quintessence Int* 2011; 42: 135-147.
185. Arends J, Schuthof J, Jongebloed WG. Microhardness indentations on artificial white spot lesions. *Caries Res* 1979; 13: 290-297.
186. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E. Clinical and histological manifestations of dental caries. In: Fejerskov O, Kidd EAM, editors. *Dental Caries: The Disease and Its Clinical Management*. Oxford: Blackwell; 2003. 81-83
187. Kielbassa AM, Gillmann L, Zantner C, Meyer-Lueckel H, Hellwig E, Schulte-Monting J. Profilometric and microradiographic studies on the effects of toothpaste and acidic gel abrasivity on sound and demineralized bovine dental enamel. *Caries Res* 2005; 39: 380-386.
188. Scheibe KG, Almeida KG, Medeiros IS, Costa JF, Alves CM. Effect of different polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *J Appl Oral Sci* 2009; 17: 21-26.
189. Son JH, Hur B, Kim HC, Park JK. Management of white spots: resin infiltration technique and microabrasion. *J Kor Acad Cons Dent* 2011; 36: 66-71.
190. Kim S, Kim EY, Jeong TS, Kim JW. The evaluation of resin infiltration for masking labial enamel white spot lesions. *Int J Paediatr Dent* 2011; 21: 241-248.

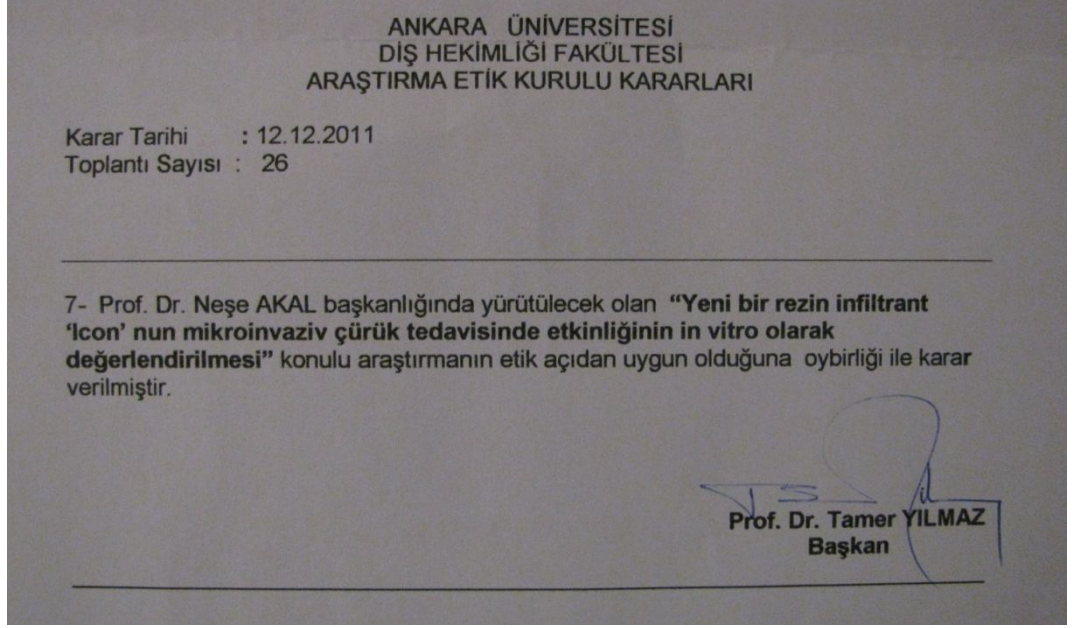
191. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int* 1991; 22: 377-386.
192. O'Brien WJ. editors. *Dental Materials and Their Selection*. 2nd ed. Chicago: Quintessence Publishing Co Inc; 1997.
193. Willmot DR. White lesions after orthodontic treatment: does low fluoride make a difference? *J Orthod* 2004; 31: 235-242; discussion 202.
194. Ogaard B, Rolla G, Arends J, ten Cate JM. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 2. Prevention and treatment of lesions. *Am J Orthod Dentofacial* 1988; 94: 123-128.
195. 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* 2001; 35: 136-141.
196. Murphy TC, Willmot DR, Rodd HD. Management of postorthodontic demineralized white lesions with microabrasion: a quantitative assessment. *Am J Orthop* 2007; 131: 27-33.
197. Davila JM, Buonocore MG, Greeley CB, Provenza DV. Adhesive penetration in human artificial and natural white spots. *J Dent Res* 1975; 54: 999-1008.
198. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989; 68: 819-822.
199. Köprülü H, Dayangaç B, Gürkan S, Önen A. Farklı posterior kompozitlerin kahve ve çay ile boyanması *A Ü Diş Hek Fak Derg* 1992; 19: 371
200. Lien W, Vandewalle KS. Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dent Mater* 2010; 26: 337-344.
201. Murchison DF, Chan DC, Cooley RL. Direct Anterior Restorations. In: Summitt JB, Robbins JW, Schwartz RS, editors. *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 2nd. Singapore: Quintessence Publishing; 2001. 236-238.
202. Pearson GJ, Longman CM. Water sorption and solubility of resin-based materials following inadequate polymerization by a visible-light curing system. *J Oral Rehabil* 1989; 16: 57-61.

203. Trushkowsky RD. Composite Resin: Fundamentals and Direct Technique Restorations. In: Aschheim KW, Dale BG, editors. *Esthetic Dentistry: A Clinical Approach to Techniques and Materials*. 2nd. USA: Mosby; 2001. 69-94.
204. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent* 2005; 33: 389-398.
205. Arnold WH, Gaengler P. Light- and electronmicroscopic study of infiltration of resin into initial caries lesions--a new methodological approach. *J Microsc* 2012; 245: 26-33.
206. Paris S, Bitter K, Renz H, Hopfenmuller W, Meyer-Lueckel H. Validation of two dual fluorescence techniques for confocal microscopic visualization of resin penetration into enamel caries lesions. *Microsc Res Tech* 2009; 72: 489-494.
207. Attin R, Stawarczyk B, Kecik D, Knosel M, Wiechmann D, Attin T. Shear bond strength of brackets to demineralize enamel after different pretreatment methods. *The Angle orthodontist* 2012; 82: 56-61.
208. Naidu E, Stawarczyk B, Tawakoli PN, Attin R, Attin T, Wiegand A. Shear bond strength of orthodontic resins after caries infiltrant preconditioning. *The Angle Orthodont* 2013; 83: 306-312.
209. Gwinnett AJ. Human prismless enamel and its influence on sealant penetration. *Arch Oral Biol* 1973; 18: 441-444.
210. Gwinnett AJ, Matsui A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. *Arch Oral Biol* 1967; 12: 1615-1620.
211. Nakabayashi N, Pashley DH. *Hybridization of Dental Hard Tissues*. Japonya: Quintessence Publishing Co; 1998.
212. Moura SK, Pelizzaro A, Dal Bianco K, de Goes MF, Loguercio AD, Reis A, et al. Does the acidity of self-etching primers affect bond strength and surface morphology of enamel? *J Adhes Dent* 2006; 8: 75-83.

213. Goncalves F, Pfeifer CC, Stansbury JW, Newman SM, Braga RR. Influence of matrix composition on polymerization stress development of experimental composites. *Dent Mat* 2010; 26: 697-703.
214. Ilie N, Kunzelmann KH, Hickel R. Evaluation of micro-tensile bond strengths of composite materials in comparison to their polymerization shrinkage. *Dent Mater* 2006; 22: 593-601.
215. Braga RR, Meira JB, Boaro LC, Xavier TA. Adhesion to tooth structure: a critical review of "macro" test methods. *Dent Mater* 2010; 26:38-49.

10. EKLER

10.1. Etik Kurulu Onayı



10.2. Teşekkür

Doktora eğitimim süresince büyük bir sabır ve titizlikle bana yardımcı olan ve yol gösteren; anlayış, hoşgörü ve engin bilgisiyle her konuda desteğini hissettiğim çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Neşe Akal'a,

Doktora eğitimim süresince bilgilerini benimle paylaşan, yardımlarıyla her zaman yanımda olan başta bölüm başkanımız Prof. Dr. Tezer Ulusu olmak üzere tüm Pedodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine,

Tezimin her aşamasında bana fikirleri ile yol gösteren değerli hocalarım Prof. Dr. Alev Alaçam ve Prof.Dr. Firdevs Tulga Öz'e,

Tezimdeki çözümleri vakit gözetmeksizin sevgi ve sabırlarıyla hazırlayan Burcu Çalışkan ve Serkan Levent'e, istatistiksel analizlerin yorumlanmasında yardımını esirgemeyen Yasemin Kayhan Atılğan'a,

Özenle seçilerek aynı ortamda buluşturulmuş, her biri birbirinden özel, değerli ve sabırlı asistan arkadaşlarıma,

Bana her şeyin en iyisi ve güzelini sonsuz fedakarlıklarla sağlayan canım annelerim Hayriye Altunbaş ve Cemile Altuntaş'a, hayatımdaki en yakın dostum olan abim Ahmet Altuntaş'a,

En çaresiz anlarımda hep bir çıkış yolu bulan sevgisi ve sabrı ile desteğini hiç esirgemeyen, canım eşim Mehmet Altuntaş' a ve gözlerine baktığım ilk andan itibaren hayatımın anlamı olan oğlum Eren Altuntaş'a

sonsuz teşekkürler...

11. ÖZGEÇMİŞ

Adı: Dinemis Alev

Soyadı: ALTUNTAŞ

Doğum Yeri ve Tarihi: Sivas 07.06.1979

Eğitimi

Doktora: Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti
Anabilim Dalı (2007-2013)

Üniversite: Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
(1998-2004)

Lise: Kongre Süper Lisesi (1993-1997)

Ortaokul :Kadı Burhaneddin İlköğretim Okulu (1990-1993)

İlkokul: Reşat Şemsettin Sirer İlkokulu (1985-1990)

Yabancı Dili: İngilizce

Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar: Türk Pedodonti Derneği
Ankara Şubesi

Bilimsel Etkinlikleri

Projeler

GÜ. BAP 03/2010-02 Yeni bir rezin infiltrant "Icon" un mikro-
invaziv çürük tedavisinde etkinliğinin in vitro olarak değerlendirilmesi

Posterler ve sözlü sunumlar

- Atabek D, Bani M, Öztaş N, **Altuntaş A.** Evaluation of microhardness in bovine dentine adjacent to fluoride- releasing restorations. 22nd Congress of IAPD Munich, 16-22 Haziran 2009, Münih, Almanya (Poster sunumu)
- Çınar Ç, **Altuntaş A.** Akal N. Endodontic treatment of a maxillary lateral incisor with two root canals. 22nd Congress of IAPD Munich, 16-22 Haziran 2009, Münih, Almanya (Poster sunumu)
- Gökdoğan FG, Alaçam A, Tüzüner T, **Altuntaş A.** Çakır E. Clinical and radiographic outcomes of the effects of antiseptics used before direct pulp capping therapies. 10. Uluslararası Türk Endodonti Derneği Kongresi (Endo İstanbul), 23-25 Eylül 2010, İstanbul, Türkiye (Poster sunumu)

Yayınlar

- **Altuntaş A.** Cınar C, Akal N. Endodontic treatment of immature maxillary lateral incisor with two canals: type 3 dens invaginatus. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010 Oct;110(4):e90-3.
- Ulusu T, Odabaş ME, Tüzüner T, Baygin O, Sillelioğlu H, Deveci C, Gökdoğan FG, **Altuntaş A.** The success rates of a glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant placed by fifth-year undergraduate dental students. Eur Arch Paediatr Dent. 2012 Apr;13(2):94-7.
- Tüzüner T, Alacam A, **Altuntaş A.** Gokdogan FG, Gundogdu E. Clinical and radiographic outcomes of direct pulp capping therapy in primary molar teeth following haemostasis with various antiseptics: a randomised controlled trial. Eur J Paediatr Dent. 2012 Dec;13(4):289-92.

Bilimsel Etkinlikler

- Prof Dr Stanley Malamed ile Bilinçli Sedasyon Kursu, 24 Mart 2008
Konya, Türkiye
- 22nd Congress of IAPD Munich, 16-22 Haziran 2009, Münih,
Almanya
- 10. Uluslararası Türk Endodonti Derneği Kongresi (Endo İstanbul),
23-25 Eylül 2010, İstanbul, Türkiye