



**BAŞLANGIÇ ÇÜRÜK LEZYONLARINA
FARKLI İÇERİKLİ MATERYALLERİN
KULLANIMININ MİNEYE ETKİSİNİN İN-VİTRO
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Rabia BİLGİÇ

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. NilgünAKGÜL

Uzmanlık Tezi - 2016

T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**BAŞLANGIÇ ÇÜRÜK LEZYONLARINA FARKLI
İÇERİKLİ MATERYALLERİN KULLANIMININ MİNEYE
ETKİSİNİN İN-VİTRO DEĞERLENDİRİLMESİ**

Rabia BİLGİÇ

**Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Yard. Doç. Dr. Nilgün AKGÜL**

**ERZURUM
2016**

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

BAŞLANGIÇ ÇÜRÜK LEZYONLARINA FARKLI İÇERİKLİ
MATERYALLERİN KULLANIMININ MİNEYE ETKİSİNİN
İN-VİTRO DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Rabia BİLGİÇ

Tez Savunma Tarihi : 03.10.2016

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Nilgün AKGÜL (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Nilgün SEVEN (Atatürk Üniversitesi)


Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mehmet YILDIZ (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Yusuf Ziya BAYINDIR (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Çağatay BARUTCİGİL (Akdeniz Üniversitesi)

Onay

Bu çalışma yukarıdaki jüri tarafından **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.


Dış Hekimliği Fakültesi Dekanı
Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM

Uzmanlık Tezi
ERZURUM – 2016

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	IV
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Diş Çürüğü	3
2.1.1. Diş Çürüğünün Oluşumu ve Etyolojisi	3
2.2. Çürük Türleri	5
2.2.1. Mine Çürüğü	5
2.2.1.1. Mine Dokusu Bileşenleri ve Histolojisi	5
2.2.1.2. Mine Çürüğü-Başlangıç Çürüğü (White Spot Lezyon)	7
2.3. Çürük Teşhis Yöntemleri	12
2.3.1. Gözle Muayene	12
2.3.2. Sondla Muayene	12
2.3.3. Radyografik Muayene.....	13
2.3.4. Dijital Radyografi Yöntemi	13
2.3.5. Optik Koherens Tomografisi	13
2.3.6. Ultrason Yöntemleri	14
2.3.7. Elektrikli Çürük Belirleyici	14
2.3.8. Fiberoptik Transilüminasyon Yöntemi	15
2.3.9. Çürük Teşhisinde Floresans Teknikler	15

2.5.9.1. Görünür Işık Floresansı	15
2.3.9.2. Laser Floresans Yöntemi (Diagnodent)	16
2.4. Demineralizasyon	18
2.5. Remineralizasyon.....	19
2.6. Başlangıç Mine Çürüğünün Önlenmesi ve Tedavisi İçin Yaklaşımlar.....	21
2.6.1. Plak Kontrolü ve Diyet Düzenlenmesi	21
2.6.2. Antimikrobiyal Ajanların Kullanımı	22
2.6.4. Fissür Örtücü Uygulaması	23
2.6.5. Lazer Uygulamaları	23
2.6.6. Çürük Önlemede Dişlerin Direncinin Artırılması	25
2.6.6.1. Flor.....	25
2.6.6.1.1. Florun Tarihçesi.....	25
2.6.6.1.2. Florun Yapısı ve Özellikleri	26
2.6.6.1.3. Florun Mine Dokusu Üzerine Etkisi.....	26
2.6.6.1.4. Florun Remineralizasyon Üzerine Etkisi	27
2.6.6.1.5. Flor Uygulama Yöntemleri.....	28
2.6.6.2. Kazein Fosfopeptid-Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP).....	31
2.6.7. Düşük Viskoziteli Rezinler İle İnfiltrasyon Tedavisi	33
2.7. Yapay Çürük Modelleri	37
2.7.1. Asit Tamponların Kullanıldığı In-Vitro Demineralizasyon Modeli	37
2.7.2. Bakteriler Tarafından Üretilen Asitlerin Kullanıldığı In-Vitro Demineralizasyon Modeli.....	38
2.7.3. Ph Siklus Modelinin Kullanıldığı İn Vitro Demineralizasyon/ Remineralizasyon Modelleri.....	38

2.8. Başlangıç Mine Lezyonuna Uygulanan İnfiltrasyon Yönteminin İn Vitro Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler.....	39
2.8.1. Mikrosertlik Analizi.....	39
2.8.2. Yüzey Pürüzlülüğü Analizi.....	40
2.8.3. Renk Analizi	42
3. MATERYAL METOT	44
3.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması.....	44
3.2. Dişlerin Preparasyonu.....	46
3.3. Dişlerin Ölçümlerinin Yapılması.....	47
3.4. Başlangıç Mine Lezyonlarının Oluşturulması	50
3.5. Deney Materyallerinin Uygulanması.....	52
3.6. İstatistiksel Analiz.....	55
4. BULGULAR.....	56
4.1. Mikrosertlik Analizine Ait Bulgular.....	56
4.2. Yüzey Pürüzlülüğü İle İlgili Bulgular	58
4.3. Renk Analizi İle İlgili Bulgular	60
5. TARTIŞMA.....	63
6. SONUÇLAR.....	87
KAYNAKLAR	89
EKLER	119
EK-1. ÖZGEÇMİŞ	119
EK-2. TEZ ETİK ONAY FORMU	120

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bana her türlü konuda yardımcı olan ve bilgi birikimini benimle paylaşan, tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen hocam ve danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Nilgün AKGÜL'e saygı ve şükranlarımı sunarım.

Uzmanlık eğitimimde değerli katkılarını esirgemediği, bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösterdiği için Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanım Sayın Prof. Dr. Nilgün SEVEN'e, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı öğretim üyeleri hocalarım Prof. Dr. Mehmet YILDIZ, Prof. Dr. Yusuf Ziya BAYINDIR, Doç. Dr. Nurcan ÖZAKAR İLDAY, Yrd. Doç. Dr. Pınar GÜL, Yrd. Doç. Dr. Neslihan ÇELİK, Yrd. Doç. Dr. Ömer SAĞSÖZ ve Yrd. Doç. Dr. Merve İŞCAN YAPAR'a saygılarımla teşekkür ederim. Tez jüri komitemde bulunan Akdeniz Üniversitesi Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Çağatay BARUTCİGİL'e teşekkür ederim. Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı'nda beraber çalıştığım, yoğun geçen çalışma sürecinde bana destek veren tüm asistan arkadaşlarıma, ömrüm boyunca yanımda olan sevgilerini ve desteklerini birgün bile esirgemeyen canım annem, babam ve kardeşlerim Ayşe ve Murat'a derin sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Rabia BİLGİÇ

ÖZET

Başlangıç Çürük Lezyonlarında Farklı İçerikli Materyallerin Mineye Etkisinin İn-Vitro Değerlendirilmesi

Amaç: Bu çalışmada, daimi santral dişlerde oluşturulan başlangıç çürük lezyonları üzerine uygulanan farklı içerikli materyallerin etkinliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal-Metod: Çalışmada 60 adet insan üst santral dişi kullanıldı. Dişlerin kron ve kökleri birbirinden ayrılarak kron kısımları vestibül yüzeyleri dışarda kalacak şekilde şeffaf akriliğe gömüldü. 0.5mm'lik oluklu frez ile rehber oluklar hazırlanıp rehber oluklar kaybolana kadar düz yüzey oluşturulması için dişler zımparalandı. Dişler rastgele 5 gruba ayrılıp her dişe ölçümlerin doğru yapılabilmesi için bir numara verildi ve başlangıç mikrosertlik, pürüzlülük ve renk ölçümleri yapıldı. Gruplara ayrılan dişler demineralizasyon solüsyonunda bekletilerek yapay çürük lezyonları oluşturuldu ve ikinci ölçümler yapıldı. 1.grup yapay tükürükte bekletildi (kontrol grubu-K). Diğer gruplar materyallere göre; 2. grup florlü macun grubu (FM) (3 hafta boyunca 2 dakika süreyle), 3.grup flor jel grubu (FJ) (3 hafta boyunca 4 dakika süreyle), 4. grup Toothmouse grubu (TM) (3 hafta boyunca 3 dakika süreyle) ve 5.grup Icon grubu (Icon) (üretici talimatına göre) olarak belirlendi. Materyallerin uygulama süresi boyunca tüm gruplar yapay tükürükte bekletildi. Ardından 3. ölçümler yapılarak elde edilen veriler için tekrarlayan ölçümlerde çift yönlü varyans analizi ile analiz edildi.

Bulgular: Yapılan mikrosertlik ölçümleri sonucunda Icon uygulanmış grup diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık gösterdi($p<0.05$). Başlangıç çürük lezyonu oluşturulduktan sonraki değerlere göre Icon grubu artış gösterse de sağlam minenin sertlik değerine göre oldukça düşüktü.

Materyal uygulandıktan sonra yapılan yüzey pürüzlülüğü analizlerine göre; FJ grubu diğer tüm gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklılık gösterdi($p<0.05$). Icon, TM, FM grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı.

Yapılan renk analizi sonuçlarına göre materyal uygulandıktan sonra sağlam mineye göre ölçülen renk farklılığı I grubunda diğer tüm gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulundu.

Sonuç: Sonuç olarak Icon materyalinin başlangıç çürük lezyonlarının rengini en iyi maskeleyen materyal olduğu görüldü. Mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü açısından Icon materyalinin başlangıç çürüklerinin tedavisinde yeterli olamadığı tespit edildi. Yüzey pürüzlülüğü açısından en başarılı materyalin flor içerikli jel preparatı olduğu bulundu. Ancak kesin sonuçların edilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: rezin infiltrasyon, kazein fosfopeptid, flor, renk, yüzey pürüzlülüğü.

ABSTRACT

Başlangıç Çürük Lezyonlarında Farklı İçerikli Materyallerin Mineye Etkisinin İn-Vitro Değerlendirilmesi

Aim: This study aimed to compare the effectiveness of different content material applied on the established artificial carious lesions in permanent central incisors.

Material-method: 60 human incisor teeth were used in this study. Crowns and roots of teeth were separated and buried into transparent acrylic vestibular surface of crown parts to remain outside. 0.5mm guide grooves were created with corrugated bur, teeth were grinding to create a flat surface until guide grooves disappears. Teeth were randomly divided into 5 groups, was given a number for accurate measurement of each tooth and initial hardness, roughness and color measurements were made. The teeth were kept in the demineralization solutions, artificial caries lesions were formed and the second measurement was done. Group 1 was kept in artificial saliva (the control group).

According to other groups of materials respectively; 2nd group fluoridated toothpaste group (for 2 minutes for 3 weeks), Group 3 fluorine gel group (4 min for 3 weeks), group 4 Toothmous group (for 3 minutes for 3 weeks) and Group 5 Icon group (according to the manufacturer's instructions) were determined. All groups throughout the implementation of the materials were stored in artificial saliva. Then 3 measurements were performed and obtained data were analyzed by two-way analysis of variance for repeated measures.

Result: The results of the hardness measurements Icon-treated groups showed statistically significant differences compared to other groups ($p < 0.05$). Although growth Icon group created according to the values after the initial lesion was significantly lower than the hardness of the enamel intact.

According to the surface roughness analysis performed after applying the material; FJ group showed a statistically significant difference compared to all other groups. ($p < 0.05$) There was no statistically significant difference between the TM and FM groups.

According to the results color analysis results; the color differences measures between sound enamel color and after applying the material was statistically significant differences in Group I than all other groups. ($p < 0.05$)

Conclusion: As a result, Icon was found the best masking material of initial caries lesion's color. Icon was determined not be sufficient material in the treatment of initial caries in terms of microhardness and surface roughness. In terms of surface roughness fluoride-containing gel preparation was found to be most successful material. However, there is need for a new work for the final results.

Key words: resin infiltration, casein posphopeptide, floruride, color, surface roughness

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ADA	: Amerika Diş Hekimleri Birliği
Al₂O₃	: Aliminyum Oksit
AmF	: Amin florür
APF	: Aside fosfat florür
C	: Santigrat
Ca⁺²	: Kalsiyum
Ca⁺²	: Kalsiyum iyonu
Ca₁₀(PO₄)₆F₂	: Floroapatit
CaF₂	: Kalsiyum florür
CIE	: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
cm	: Santimetre
CO₂	: Karbondioksit
CPP-ACP	: Kazein fosfopeptid-Amorf kalsiyum fosfat
Er:YAG	: Erbium: Yttrium-Aluminum-Garnet
F⁻	: Florür iyonu
FAP	: Florapatit
H⁺	: Hidrojen iyonu
HAP	: Hidroksiapatit
mm	: Milimetre
Na₂SiF₆	: Fluorosilikat
Na₃AlF₆	: Kriyolit
NaF	: Sodyum florür
NaMFP	: Sodyum monoflorofosfat

Nd:YAG	: Neodymium doped: Yttrium-Aluminum-Garnet
nm	: Nanometre
OH	: Hidroksil
OH⁻	: Hidroksil iyonu
pH	: Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi
PO₄	: Fosfat
ppm	: Milyonda bir birim
Ra	: Yüzey pürüzlülüğü aritmetik ortalaması
sn	: saniye
SnF	: Kalay florür
ΔE	: Renk Farkı
μm	: Mikrometre

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Güncel çürük oluşum kümesi	4
Şekil 2.2. Mine Çürüğü Tabakaları	11
Şekil 3.1. DİAGNODent Pen cihazı	45
Şekil 3.2. İsoMet Cihazı	45
Şekil 3.3. İsoMet Cihazı Bıçağı	46
Şekil 3.4. Örneklerin akrile gömüldükten sonraki görünümü	47
Şekil 3.5. Spektrofotometre cihazı	48
Şekil 3.6. Profilometre cihazı	49
Şekil 3.7. Vikers Mikrosertlik Cihazı	50
Şekil 3.8. DİAGNODent Pen Cihazıyla yapılan ölçüm görüntüsü	51
Şekil 3.9. Demineralizasyon solüsyonundan çıkarılmış dişlerin görünümü	52
Şekil 3.10. Materyallerin gruplara uygulanmış görünümü	53
Şekil 3.11. Icon materyali	54
Şekil 3.12. Icon materyalinin örneklere uygulanmış görünümü	54
Şekil 4.1. Yüzey Mikrosertlik Ölçüm Grafiği	58
Şekil 4.2. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Grafiği	60
Şekil 4.3. Renk Farkı Ölçüm Grafiği	62

TABLULAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan deney materyalleri.....	52
Tablo 4.1. Yüzey mikrosertlik değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması	56
Tablo 4.2 Yüzey mikrosertlik değerlerinin farklarının karşılaştırılması.....	56
Tablo 4.3. Yüzey pürüzlülük değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması	58
Tablo 4.4. Yüzey pürüzlülük değerlerinin farklarının karşılaştırılması	59
Tablo 4.5. Renk farkı değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması	61



1. GİRİŞ

Konservatif diş hekimliğinde, minimal invaziv yaklaşım ile henüz çürük kavitesi oluşmamış demineralize mine ve dentin dokusunun maksimum düzeyde korunması amaçlanmaktadır.¹ Çürüğün erken dönemde teşhis ve tedavisi ile sağlam diş dokusu korunur, gücü ve estetik görüntüsü kaybedilmemiş olur.

Başlangıç mine lezyonlarının tedavisinde klasik tedavi yöntemleri arasında oral hijyenin geliştirilmesi, diyetin düzenlenmesi ve florid uygulaması bulunmaktadır. Fakat bu uygulamalardaki başarı hastanın uyumuna bağlı olarak elde edilebilmektedir. Hasta uyumu tam sağlanamazsa lezyonun ilerlemesi durdurulamaz, çürük daha derin dokulara ilerler ve restoratif uygulamalara ihtiyaç duyulabilir.²

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 başarılı sonuçların alındığı bir uygulama haline gelmektedir.³

Bu yöntemle başlangıç mine lezyonlarında görülen küçük poröz açıklıklar ve kristaller arası boşluklara minenin absorpsiyon özelliğinden faydalanarak düşük viskoziteli rezinlerin infiltrasyonu sağlanmaktadır. Böylece mikropörözitelerin düşük viskoziteli rezin ile doldurulması ve lezyonun içinde difüzyon bariyeri oluşturulması sağlanır. Bu uygulama sadece mikropöröziteleri azaltmakla kalmamakta, aynı zamanda dokuya mekanik destek kazandırmaktadır. Ayrıca mikropöröziteler rezinle doldurulduğunda opak görüntüsünü kaybederek sağlam mine görüntüsünü de kazanır.³

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 vitro⁴⁻⁶ ve in vivo^{7, 8} çalışmalarla ortaya konmaya çalışılmıştır. Ancak bu çalışmalar Icon®'un etkinliğinin değerlendirilmesinde yeterli olamamakta ve yeni çalışmaların yapılmasına gerek duyulmaktadır.

Bu amaçla çalışmamızda daimi insan üst kesici dişleri kullanılarak başlangıç mine çürüğü üzerine etkinliğini karşılaştırmak için oluşturulan başlangıç mine lezyonlarına rezin infiltrant uygulanarak mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü, renk analizi, bir florlu macun, flor jel ve kazein fosfopeptidli pat ile karşılaştırılması yapılmıştır.

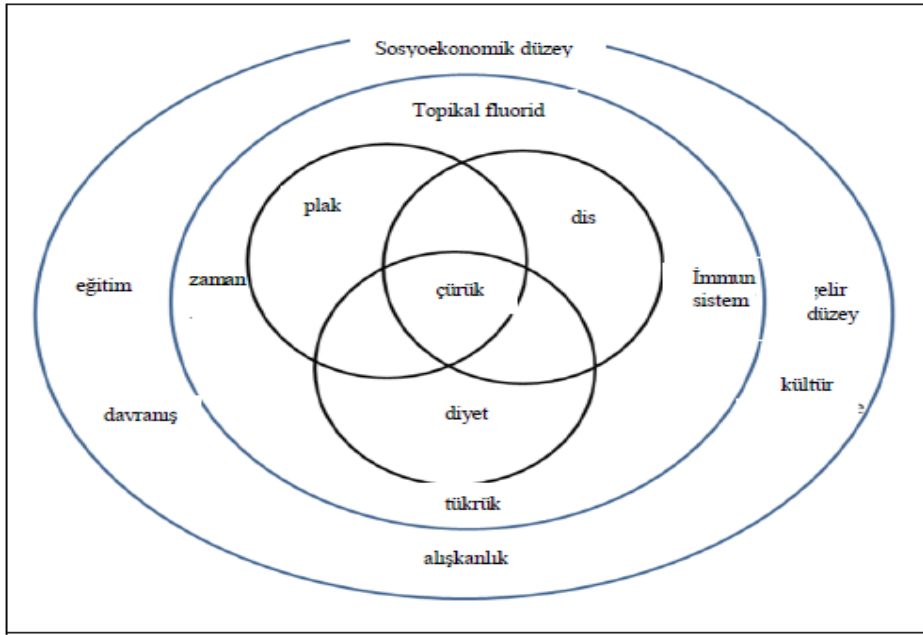
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Çürüğü

2.1.1. Diş Çürüğünün Oluşumu ve Etyolojisi

Diş çürüğünün oluşum mekanizması ile ilgili olarak birçok teori öne sürülmüştür. Bilinen en eski teori, diş çürüğü ve diş ağrısına dişin merkezinde yaşadığı iddia edilen ‘diş kurdu’nun sebep olduğudur.⁹ 1700’lerin sonlarına doğru ‘canlı teori’ ortaya atılmıştır ve bu teoride defektli dişin içerisinde oluşan inflamasyonun diş yüzeyinde lezyon oluşumuna neden olduğu ileri sürülmüştür. Robertson, diş çürüğünün gıda birikimi ve fermantasyon sonucunda oluştuğunu belirtmiştir.¹⁰ Miller, değişime uğrayarak günümüze kadar ulaşan ‘kemoparazitik teori’yi yayınlamıştır. Miller bu teoride, bakterilerin oluşturduğu diş kaynaklı ‘limon tuzu’ benzeri yapıların, diş çürüğü oluşumunda ilk aşama olduğunu ileri sürmüştür. Ancak Miller bu teoride, bakterilerin ve bakteri kaynaklı asitlerin kaynağının diş plağı olduğunu ortaya koyamamıştır.¹¹ Kemoparazitik teori, diş hekimliği bilimine önemli katkıları bulunan Black GV’nin de aralarında bulunduğu birçok araştırmacının yaptığı ve diş çürüklerine neden olan asitlerin kaynağı olarak ‘jelatinöz mikrobiyal plak’ı işaret eden çalışmalar ile bir araya getirildiğinde ikna edici hale gelmiştir.¹²

Daha sonraki yıllarda diş çürüğünün oluşumunda; tükürük, vücut savunma sistemi, süre, genetik ve kültürel özellikler, immunolojik, davranışsal ve çevresel faktörler, sosyoekonomik durum, eğitim seviyesi ve florid kullanımı gibi birçok faktörün de rol oynadığı bildirilmiştir.¹³⁻¹⁵



Şekil 2.1. Güncel çürük oluşum kümesi

Diş çürüğü; mikroorganizmaların şeker içeren besinlerde bulunan monosakkarit ve disakkaritleri fermente etmesi sonucu oluşan asidik yan ürünlerin neden olduğu, kalsifiye dokuların yıkımı ve lokalize çözünmesi ile sonuçlanan multifaktoriyel, kronik, enfeksiyöz ve bulaşıcı bir hastalık olarak tanımlanmaktadır.^{16, 17}

Diş çürüğünün, dişin mineral yapısı ve oral mikrobiyal biyofilm arasındaki fizyolojik dengenin bozulması sonucu ortaya çıktığı bildirilmiştir.¹⁸ Dişler üzerindeki biyofilmde bulunan asit üretebilen bakteriler ağız içindeki karbonhidratları fermente ederek laktik, asetik, propionik asit gibi organik asitler üretirler. Bu asitler de, normalde 7,0 olan pH değerinin, kritik pH değeri olan 5,5'in altına düşmesine neden olurlar.¹⁹ Bu pH değişimi hidroksiapatit kristallerini oluşturan kalsiyum ve fosfatı çözerek mineral kaybına (demineralizasyon) neden olur. Kavitasyon gerçekleşmeden önce düşen pH değerinin tekrar yükselmesi gerçekleştiğinde ise çözünen mineral tekrar çökelebilmektedir (remineralizasyon). Ortamda floridin varlığı kritik pH değerini 0,5 birim azaltmaktadır bu durum floridin koruyucu etkisini ortaya koymaktadır.²⁰⁻²⁴

Normalde belirli bir uyum içerisinde birbirini izleyen demineralizasyon remineralizasyon döngüsünde, demineralizasyonun devam eden süreç içinde ön plana geçtiği ve remineralizasyonun bu durumu dengeleyemediği durumlarda dişin mineral yapısında geri dönüşümsüz kayıplar oluşarak kavite oluşumu yani çürük meydana gelir.²⁵ Diş çürüğünün ilerlemesi, durdurulması ve geri döndürülmesi remineralizasyon ve demineralizasyon olayları arasındaki dengeye bağlıdır. Remineralizasyon, karyojenik ortamı etkisiz hale getirdiği, mineral kaybı ve kazancı arasındaki dengenin sürdürülmesini sağladığı için doğal tamir olayında önemlidir.²⁶ Günümüzde çürük olayı hakkında geçerli olan görüş, çürük lezyonlarının tek yönlü demineralizasyon olayından daha çok sayısız demineralizasyon ve remineralizasyon olayları sonucu oluştuğudur.²⁷

Tüketilen yiyecek ve içeceklere bağlı olarak plakta sürekli bir pH değişimi gerçekleştiği bildirilmiştir.¹³ Şekerli besinlerin tüketimi sonrasında pH seviyesinde anlık bir düşüş meydana geldiği ve geriye dönüşünün çok uzun zaman aldığı belirtilmiştir. Bu düşüşleri ve geri dönüşleri gösteren eğri Dr. Robert Stephan tarafından 'Stephan eğrisi' olarak tanımlanmıştır ve farklı yiyecek ve içeceklerin tüketimi sonrasında ortaya çıkan pH değişimlerini inceleyen ilk kişidir.²⁸

2.2. Çürük Türleri

Çürük diş dokusundaki oluşum yerlerine göre mine çürüğü, dentin çürüğü ve sement çürüğü olmak üzere 3 farklı alt başlıkta incelenmektedir.

2.2.1. Mine Çürüğü

2.2.1.1. Mine Dokusu Bileşenleri ve Histolojisi

Diş minesini; ana bileşeni kalsiyum-fosfat kompleksi olan hidroksiapatitten $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ oluşmuş bir matriks içinde yer alan kristalize yapıda poröz bir dokudur.²⁹ Yaşam boyunca çevresel etkenler; yapıya katılan karbonhidrat, florid, magnezyum, sodyum ve diğer 40 kimyasal element sayesinde bu hidroksiapatit kristal

yapısı, karma ve düzensiz bir yapı şeklini almaktadır.^{30, 31} Normal mine dokusu hacminin %85'ini mineral (kalsiyum ve fosfat bileşiği olan hidroksiapatit), %3'ünü eşit hacimlerde protein ve lipitler yani organik maddeler ve geri kalan kısmını su oluşturmaktadır. Organik yapının yaklaşık %58'ini proteinler, %40'ını lipidler ve aynı zamanda karbonhidratlar, sitrat ve laktozlar oluşturmaktadır ayrıca yapı sınırlı ölçüde iyon, su, alkol ve boyar madde de içermektedir.^{31, 32} Minenin organik yapısı içerisinde başlıca metionin ve histidin olmak üzere 16 değişik aminoasit bulunmaktadır. Enomelin ve amelogenin, minenin organik bölümünün organizasyonunu sağlayan önemli proteinler olmakla birlikte lösin de diş minesinin organik yapısına katılan proteinlerdendir. Ayrıca organik kısımda, kalsifikasyona yardımcı olan fosfor yüksek oranda bulunmaktadır. Minedeki suyun %25'lik kısmı apatit kristallerine bağlı olup, diğer kısmı da apatit kristallerini bir kabuk gibi sarar. Metabolik aktivite gözlenmesi de yapı içerisinde "fluoroapatit oluşumu" gibi biyokimyasal reaksiyonlar gerçekleşebilmektedir.²⁹

Mine dokusunun histolojik temel birimini, mine prizmaları oluşturmaktadır.³³ Ortalama olarak 1000 adet hidroksiapatit kristali bir araya gelerek mine prizmalarını oluşturmaktadır.³⁴ Mine kristalleri, mine dentin sınırından mine üst yüzeyine kadar giden yatay ve dikey doğrultularda dalga yapısındaki mine prizmalarını oluşturmaktadır. Prizma sınırlarında birbirini kavrayan apatit kristallerin yapısı minenin sertliğine etki etmektedir. Kristaller bir hidrasyon tabakasına sahip olup protein ve lipidlerden oluşan bir tabaka ile çevrilidirler.³³ Heksagonal bir yapıya sahip olan apatit kristallerinin çapları ortalama 50 nm olup, uzunluğu genelde 100 nm'den fazladır.²⁹⁻³¹

Bu prizmalarından enine kesit alındığında, yapının bir baş ve bir kuyruk ile resmedilen anahtar şeklinde olduğu gözlenmektedir. Mine prizmalarının histolojik yapıları ve prizmalardaki kristallerin doğrultuları mine çürüğünün bu alanda gelişimini

etkiler. Prizma içindeki kristallerin; baş kısmında uzun eksene paralel, kuyruk kısmında ise açılarak yayılan doğrultuda olduğu ve bu yayılımın ortamdaki mikro boşluk oranını arttırdığı düşünülmektedir. Böylece küçük iyon hacimli maddelerin (H⁺ iyonları gibi) prizma merkezinden, daha büyük hacimli maddelerin ise prizma çeperlerinden geçerek mine dokusunun çözünmesine neden oldukları bildirilmiştir.^{35,36}

Mine; küçük asit molekülleri, florid, kalsiyum, fosfat gibi çeşitli iyonları ölçülebilir oranda yapısına alacak kadar poröz yapıda olması itibariyle demineralizasyon ve remineralizasyon potansiyeli gösteren bir dokudur.²⁹ Minenin organik ve inorganik komponentlerinin dağılımı genel olarak, minenin yüzeye yakın kısmında inorganik maddeler daha yoğun bulunurken, dentine doğru yaklaştıkça organik madde yoğunluğu artmaktadır.³⁴ Mineral bileşiminin stokiyometrik dizilimine bakıldığında, merkezde hidroksil (OH) iyonunun bulunduğu, kalsiyum ve fosfat iyonlarının ise bir üçgenin köşelerine konumlanmış bir düzende hidroksil iyonunu çevrelediği ve en dışta da altıgen formunda kalsiyum iyonlarının bulunduğu görülmektedir.³⁷

2.2.1.2. Mine Çürüğü-Başlangıç Çürüğü (White Spot Lezyon)

Başlangıç çürüğü, diş çürüğü oluşumunun en erken safhasıdır ve bu aşamada çürük lezyonun durdurulmasının ve tedavi edilmesinin mümkün olduğu düşünülmektedir. Başlangıç çürük lezyonları mine ile sınırlıdır. Bu lezyonlar, “düz yüzey çürüğü” ya da “beyaz nokta lezyonu” olarak da adlandırılmaktadırlar.³⁸

Alınan kesitlerde lezyon, apeksi dentine doğru olan bir koni şeklinde görülmektedir.³⁹ Başlangıç çürüğünün demineralizasyon sonucu oluşan aşırı yüzeyaltı porozitesi sebebiyle saydamlığın kaybedilmesi sonucu oluştuğu düşünülmektedir.¹⁶ Bu dönemde mine yüzeyinin henüz bozulmamış olduğu bildirilmiştir. Bununla beraber elektron mikroskobunda bu yüzeyin sağlıklı mineye oranla daha poröz yapıda izlendiği

ve erken dönemde minede oluşan başlangıç çürük lezyonunun gözle muayenede fark edilemediği bildirilmiştir. Başlangıç çürük lezyonunun radyografide zayıf bir radyolüsent görüntü olarak izleneceği belirtilmiştir.¹⁶ Sond, lezyon üzerinde gezdirildiğinde sağlam, sıkı, kesintisiz bir yüzey hissi elde edildiği araştırmalarda görülmüştür.¹³ Bununla beraber sivri uçlu bir sondun düşüncesizce kullanımının da dış yüzeyinde kavitasyon oluşumuna neden olabileceği düşünülmektedir. Başlangıç düzeyindeki lezyonlarda doğru ağız hijyeni uygulanmayıp çürük oluşturan diğer etkenler engellenemediğinde, beyaz opak leke şeklinde başlayan demineralizasyon derinleşerek mine yüzeyinin pürüzlenmesine, klinik muayene sırasında sondun takılacağı miktarda madde kaybının oluşmasına neden olmaktadır. Başlangıç düzeyindeki lezyon ilerlerse bozulmamış yüzeyde yıkım olmakta, kavitasyon meydana gelmekte ve bu durumda remineralizasyonun geri dönüşümünün mümkün olamayacağı bildirilmektedir.

Başlangıç çürük lezyonlarının hipokalsifiye mine defektleri ile karıştırılabildiği belirlenmiştir. Bu lezyonların ayırıcı tanısında lezyonun kurutulmasının, görsel ve sondla muayenenin önemli olduğu düşünülmektedir.³⁸ Başlangıç çürük lezyonlarının; yüzey nemli iken translüsent görüldüğü, hava spreyi ile kurutulduğunda opak beyaz renkte gözlendiği saptanmıştır. Hipokalsifiye defektlerin ise yüzey nemli iken de opak beyaz renkte gözlendiği bildirilmiştir.⁴⁰ Her iki lezyonun yüzeyinde de kavitasyon meydana gelmesine rağmen, başlangıç çürük lezyonlarının yüzeyinin daha yumuşak ve pöröz olduğu gözlenmiştir. Başlangıç çürük lezyonlarının bulunduğu yüzeylerde genellikle dental plak birikimi göze çarparken, hipokalsifiye defektlerin bulunduğu yüzeylerde dental plak birikimi gözlemlenmemiştir.⁴⁰ Başlangıç çürük lezyonlarının klinik olarak teşhisinde; gözle ve sondla muayeneden, çürük tespit boyalarından, ultrasonik sistemlerden ve lazer floresan yönteminden yararlanılabilmektedir.³⁸

Mine yüzeyinde gelişen çürük lezyonun histolojik kesiti incelendiğinde, en erken mineral kaybının prizmaların merkezinde meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bunun nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte, bu bölgelerdeki düşük kristal yoğunluğunun dışarıdan asit ve proton difüzyonuna izin vermesi gösterilmektedir.⁴¹

Silverstone başlangıç çürük lezyonlarını dış taraftan pulpaya doğru 4 tabakada incelemiştir;²²

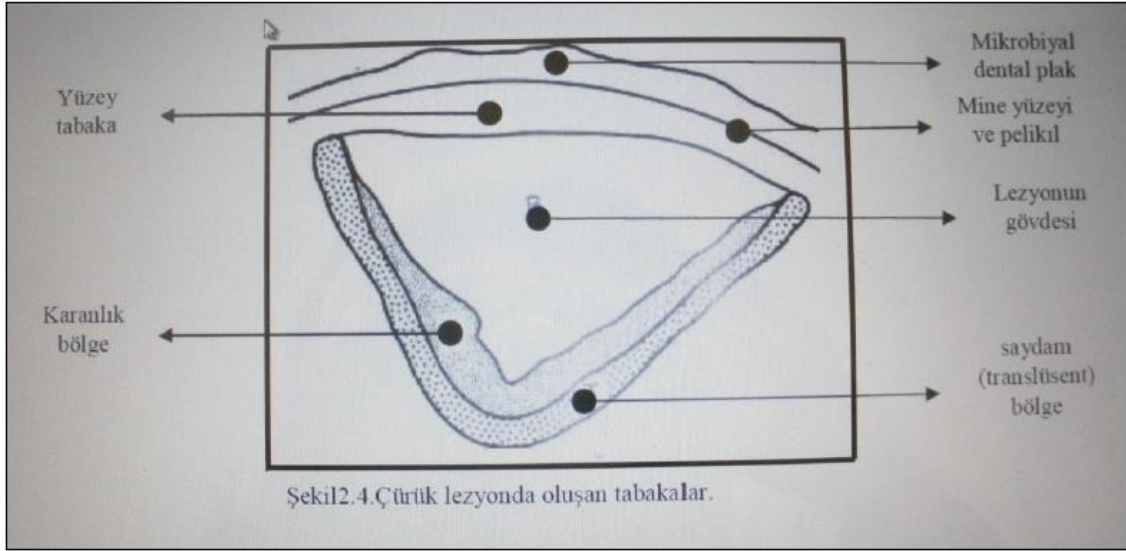
1) İntak mine yüzeyi: Mine çürüğünün en dış, en sert ve çözünmesi en zor tabakasıdır. Sağlıklı mineden daha pöröz yapıdadır.³⁸ Porlar normal mine yapısındaki porlardan daha geniştir. Oluşan mineral kaybının %5-10 civarında olduğu belirlenmiştir.^{42, 43} Bu tabakada başlangıç çürük lezyonunun remineralizasyonunun varlığı izlenmektedir.¹³ Bu tabaka, mine yüzeyinin hemen altında demineralize olmuş bir tabakanın üzerini örten karyojenik etkenin atağından nispeten etkilenmemiş yüzeyel bir tabakadır. Yüzey altında mine tabakasının çözünmesi ile açığa çıkan veya dental plaktaki doygun çözültiden kaynaklanan kalsiyum ve fosfat iyonlarının minenin bu kısmına çökmesi ile bütünlüğü bozulmamış, mineralize bir tabaka şeklinde gözlenir.^{44, 45} Bakteri plağı altında gelişen mine çürüğü, demineralizasyondaki artış ile birlikte diş yüzeyindeki kristallerin çözünmesine ve yüzeyde mikro kraterlerin oluşmasına sebep olur. Mikroorganizmaların proteolitik fermentleri ile plak pH'sının azalması minedeki lezyonun daha derin bölgelere ilerlemesine neden olur ve organik yapının demineralizasyonu devam eder. Böylelikle çürük lezyonu dentine doğru yayılım gösterir.⁴⁶

2) Lezyonun gövdesi: Mine çürüğünün en geniş kısmını oluşturur. Sağlıklı mineye göre hacim olarak %24 daha az mineral içerir. Bölge oldukça pörözdür.³⁸ Bu tabakanın kenar kısımlarda yaklaşık %5, lezyon merkezinde ise %25 hacimde por içerdiği²³ ve oluşan mineral kaybının yaklaşık %30-60 civarında olduğu bildirilmiştir.³⁹

⁴⁷ Oldukça geniş bir alanda demineralizasyon gerçekleşmesine rağmen kalan kristallerin protein matriksi üzerindeki pozisyonunun koruduğu belirtilmiştir.¹³

3) Karanlık Tabaka: Yarı saydam tabakanın hemen üstünde yer alır. Daimi dişlerdeki mine lezyonlarının %85-90, süt dişlerinin ise %85'i oranında gözlenir. Bu tabakanın genişliğinin çürüğün hızı, şiddeti ve minenin yapısal özelliklerine bağlı olduğu ve bu tabakanın gözlenmediği lezyonlarda çürüğün çok hızlı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, bu tabakada birbirinden farklı boyutlarda boşlukların bulunması ve önceleri karanlık tabaka içermeyen lezyonların remineralizasyon sonrasında bu tabakayı göstermesi, karanlık tabakanın oluşumunda remineralizasyonun etkili olabileceğini düşündürmektedir.⁴⁵ Çürüğün gövdesinde geniş olan porlar karanlık tabakada mikropor halini alır.^{38, 48} Bu tabakanın %2-4 hacminde mikroporlardan oluştuğu belirtilmiştir. Remineralizasyon çözeltisine koyulan bir dişte karanlık tabakanın lezyon gövdesi ile saydam tabaka arasında gözlenebildiği belirlenmiştir.⁴⁹ Buradaki demineralizasyon miktarı, ilk tabakada görülen demineralizasyon miktarından fazla, lezyon gövdesindeki demineralizasyon miktarından ise daha azdır.^{39, 47}

4) Transludent tabaka (Yarı Saydam Tabaka): Sağlam mineye komşu bölgede ve lezyonun dentin dokusuna doğru ilerleyen kısmında yer alır. Bu tabaka, mine çürük lezyonu bulunan daimi dişlerin %50'sinde bulunur ve bu tabakada yaklaşık %1'lik mineral kaybı söz konusudur.⁴⁵ Retzius çizgileri ve prizmaların enine çizgileri tümüyle yok olmuş ya da çok azalmıştır. Saydam tabaka, normal mineye göre on kat daha fazla pörözlü yapı gösterir.³⁸ Hem geniş porlar hem de mikroporlar saptanmıştır. En derin tabaka olduğu ve mine lezyonunun ilerlemişliğini tanımladığı belirtilmiştir. Bu tabakada çürük lezyonunun ilerlediği bölgede az miktarda demineralizasyon gözlemlenmiştir.¹³ Oluşan mineral kaybı yaklaşık %5-10 civarındadır.^{39, 47}



Şekil 2.2. Mine Çürüğü Tabakaları

Çürük lezyonunun yüzey altında meydana geldiği düşünülmektedir. Diş yüzeyindeki kristallerin, sürme sonrası olgunlaşma süreci sayesinde demineralizasyona daha dirençli hale geldikleri belirlenmiştir. Çürük lezyonu oluşumunun plak sıvısından hidrojen iyonu difüzyonu nedeniyle meydana gelmiş doymamışlık koşullarına karşı yüzey altı kristallerini daha hassas hale getirdiği bildirilmiştir. Yüzey katmanının, lezyon gövdesinden, plak sıvısından ve tükürükten gelen iyonların giriş yerine sahip olması ve iyonların dışarıya difüzyonunu yavaşlatan difüzyon bariyeri gibi davranan tükürük pelikülü ile çevrili olması sebebiyle daha iyi doygunluk koşullarına sahip olduğu bilinmektedir. Bu koşulların; yüzeyde kalsiyum, fosfat ve floridin doygunluk seviyesini arttırdığı, remineralizasyon olasılığını artırıp demineralizasyon olasılığını azalttığı belirlenmiştir. Floridin daha az çözünen çok sayıda floridli hidroksiapatit kristal alanları oluşturmasının, yüzey katmanı üzerinde önemli bir etki yarattığı düşünülmektedir. Bu koşulların çürük lezyonunun yüzeye açılmadan dentine ilerlemesine izin verdiği ve çok sayıda olguda muhtemelen bakterilerin fiziksel olarak çok büyük olmaları sebebiyle yüzey katmanına açılan difüzyon boşluklarına uygun olmadıkları için yüzeyde bakteri gözlemlenmediği bildirilmiştir.⁵⁰

İlk araştırmacılar Hollander ve Saper (1935), beyaz nokta lezyonunu gözlemlenmiş ancak bu lezyonu fotoğraf hatası olarak değerlendirmişlerdir. Bu araştırmacılar yüzey katmanının, büyük oranda mineral içeren bozulmamış mine dokusuna bağlı olarak geliştiğine inanmışlardır.⁵¹ Applebaum, Thewlis, Besic, Coolidge ve ark, Gray ve Francis gibi birçok araştırmacı, erken çürük lezyonunu araştırmak amacıyla mikroradyografi, polarize ışık deneyleri, mikrosertlik verileri ve elektron mikroskopu gibi deney yöntemleri üzerine çalışmışlardır. Bu araştırmalarda, mine lezyonunu saran pöröz, mineralden zengin yüzey katmanı varlığını deneylerle kanıtlanmışlar ve yüzeyaltı bölgesini de kapsayan lezyon gövdesinin, bozulmamış mineye göre daha az mineral (%10-70 hacmen) içerdiğini belirlemişlerdir. Minedeki erken çürük lezyonunun, çıkıntılı perikimata paterni ve fokal boşluklarla karakterize olduğunu saptamışlardır.⁵²⁻⁵⁵

2.3. Çürük Teşhis Yöntemleri

2.3.1. Gözle Muayene

Klinikte ışık ve ayna yardımıyla diş yüzeyi iyice temizlenip kurutulduktan sonra yapılan gözle muayene özellikle okluzal yüzeylerdeki başlangıç halindeki çürüklerin tespitinde yetersiz kalmakta ve koruyucu önlemlerin uygulanmasında geç kalınmasına neden olmaktadır.⁵⁶

2.3.2. Sondla Muayene

Günümüzde erken çürük lezyonlarının tanısında sond kullanılması etik olmayan bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalarda keskin uçlu sondların kullanılmasının henüz sürmüş dişlerde minede hasara yol açabildiği, opak mine lezyonlarının sondla muayenesi esnasında, sağlam yüzey altında hapsedilmiş olan çürük lezyonlarının kaviteye dönüşerek remineralize olma şanslarını kayb ettikleri gösterilmiştir.^{57, 58} Buna ilaveten, enfekte fissürlerin sondlanmasından sonra, aynı

sonda steril fissürlerin muayene edilmesinin, karyojenik mikroorganizmaların bu fissürlere de taşınmasına yol açtığı kanıtlanmıştır.⁵⁹ Günümüzde çürük tanısında geleneksel sondların yerine uçları yuvarlatılmış olan periodontal sondların kullanımı önerilmektedir.⁶⁰

2.3.3. Radyografik Muayene

Diş çürüğünün teşhisinde kullanılan radyografiler ara yüz çürüklerinin teşhisinde yararlı olurken pit ve fissürlerdeki başlangıç halindeki çürüklerin teşhisinde yeterli olmamaktadır. Radyografi ancak, diğer teşhis yöntemleri ile birlikte kullanıldığında, çürük lezyonun remineralize olabilecek aşamada saptanmasına olanak tanımaktadır.⁶¹ Erken dönemdeki çürüklerin tanısı için birçok yeni teşhis yöntemi geliştirilmekte ve kısa süre içinde bu yöntemlerin kullanılacağı belirtilmektedir.

2.3.4. Dijital Radyografi Yöntemi

Dijital radyografide, her piksel 0 ile 255 arasında bir değer taşır (0=siyah, 255=beyaz). Aralarındaki değerler ise gri tonlarını ifade etmektedir. Dijital radyografide 256 gri skala bulunmaktadır ve çözünürlüğü milyonlarca gri ton bulunduran geleneksel radyografiden daha düşüktür. Küçük arayüz çürüklerinin teşhisinde yöntemin ayırcılığının ve hassasiyetinin düşük olduğunu göstermiştir. Ancak dijital radyografilerde görüntü farklı yöntemler uygulanarak iyileştirilebilmekte ve en az geleneksel radyografiler kadar iyi sonuçlar elde edilebilmektedir. Bunun yanında dijital radyografide alınan radyasyon dozu çok daha düşüktür ve görüntüler kaydedilerek arşivlenebilir veya çoğaltılabilir.^{62, 63}

2.3.5. Optik Koherens Tomografisi

Optik Koherens Tomografisi (OKT), ilk olarak oftalmatolojide uygulanmıştır. Şeffaf ve yarı şeffaf dokuların görüntülenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu nedenle yarı şeffaf yapıdaki dişlerin görüntülenmesinde de kullanılabilmesi düşüncesiyle son

yıllarda dental görüntüleme yöntemleri arasında yer almaktadır. OKT 'de kullanılan ışık genellikle 840-1310 nm dalga boyundadır ve 0,6-2 mm'lik görüntüleme derinliği elde edilir. Yapılan çeşitli çalışmalarda, OKT'nin çekilmiş dişlerde erken mine lezyonlarını ve kök çürüklerini saptayabileceği ifade edilmiştir. Bu sistemlerin klinikte kullanımının uygun olup olmadığına karar verebilmek için klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.⁶⁴⁻⁶⁶

2.3.6. Ultrason Yöntemleri

Çürük teşhisinde kullanılan ultrason yönteminin temelini, ses dalgalarının gazlardan, katı ve sıvılardan geçebilmesi prensibi oluşturur. Dokuların görüntüsü yansıyan ses dalgalarının toplanması ile elde edilir. Ses dalgalarının dişe ulaşması için su veya gliserin gibi bir bağlayıcı ajandan geçmesi gereklidir. Yapılan çalışmalarda ultrason cihazı ile kavite oluşmuş ve oluşmamış lezyonların ayırt edilebildiği belirtilmiştir.

2.3.7. Elektrikli Çürük Belirleyici

Her maddenin elektrik akımına gösterdiği tepki, maddenin özelliklerine ve akımın nasıl iletildiğine göre farklılık göstermektedir. Maddenin bulunduğu ortam veya madde yapısındaki fiziksel değişiklikler iletkenliği etkilemektedir. İletkenlikleri büyük ölçüde içerdikleri sıvı ve elektrolit konsantrasyonuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Diş sert dokularından olan dentin, mineden daha iletken yapıdadır. Minede veya dentinde oluşan çürük, diş yapısında boşlukları arttıracığı için daha fazla sıvı içermesine ve elektriksel direncinin daha düşük olmasına yol açacaktır. Elektrikli çürük belirleyicisinin çalışma esası bu ilkeye dayanmaktadır.^{62, 67, 68} Cihazda, dişin hacimsel direncini ölçmeye yönelik sabit frekanslı (23 Hz) bir sabit akım bulunur. Cihazın ucu doğrudan diş üzerinde incelenecek olan bölgeye uygulanır. Beş saniyelik ölçüm süresince, cihazın ucunda basınçlı hava püskürtülerek dişin kuru kalması sağlanır. Elektrikli çürük belirleyici, özellikle makroskobik olarak sağlam görünen

yüzeyledeki okluzal çürüklerin belirlenmesinde çok kullanışlı bir cihazdır. Ancak bu yöntemle elde edilen sonuçlar, dişin ısısı, dokunun kalınlığı, yüzey alanı ve minenin nemli olup olmaması, diş dokularındaki iyon konsantrasyonları gibi faktörlerden etkilenmektedir.⁶⁹

2.3.8. Fiberoptik Transilüminasyon Yöntemi

Çürüğün görsel muayenesinin temeli, ışığın dağıtılması prensibine dayanmaktadır. Sağlam mine, sıkıca bağlanmış hidroksil apatit kristallerinden meydana gelir ve hemen hemen şeffaf bir yapı oluşturur. Dişlerin rengi, alttaki dentinin renginin yansımından etkilenmektedir. Mine bütünlüğü bozulduğunda, penetre olan ışık fotonları yön değiştirerek dağılırlar; bunun sonucunda da bir optik kırılma meydana gelir. Normal görünür ışıkta "beyaz nokta" adı verilen görünüm ortaya çıkar. Suyun kırılma indisi minedekine yakındır. Lezyon kurutulmuş su ortamdan uzaklaştırıldığında kırılma indisi daha düşük olan hava ile yer değiştirir ve lezyon daha net görülür. Tüm görsel çürük incelemelerinin temiz ve kuru dişlerde yapılması gerekliliği bu prensibe dayanmaktadır.^{66, 70}

Fiberoptik transilüminasyon yönteminde soğuk ışık kaynağından gelen yüksek yoğunluklu beyaz ışık, fiber optik uç yardımıyla dişin bukkal veya lingual tarafına uygulanır. Bu sistem, ışık sağlayan fiber optik bir uç ve bir gri skalalı dijital kameradan meydana gelir. Görüntüler bilgisayar ekranına aktarılır ve kaydedilebilir. Ancak bu sistemde görüntüleri analiz eden bir yazılım olmadığından, değerlendirme muayene eden kişi tarafından yapılır.⁷¹

2.3.9. Çürük Teşhisinde Floresans Teknikler

2.5.9.1. Görünür Işık Floresansı

Kantitatif ışık floresans (KIF) yöntemi, erken çürük tespitini sağlayan ve ilerlemesini longitudinal olarak inceleyen bir yöntemdir. İki farklı floresans formu

(kırmızı ve yeşil) kullanarak lezyonun aktif olup olmadığı hakkında bilgi edinilebilir. KIF görünür ışığı, 370 nm dalga boyundaki spektrumun mavi bölgesinde yer alır. Dalga boyu 540 nm'den büyük bir geçiş filtresi içeren bir intraoral kamera yardımıyla mavi ışık filtre tarafından süzülür ve minenin floresansı yeşil ve kırmızı olarak belirlenir. Mine için baskın renk yeşildir (54-56). Mine demineralizasyonu bu floresansın azalmasına neden olmaktadır. Elde edilen veriler bilgisayar tarafından değerlendirilir.⁷¹ KIF cihazı ağız içi kameraya benzer bir cihaz ve xenon lambadan oluşan bir ışık kutusundan oluşur. Cihazın ucu, likit bir ışık probu ve bir geçiş filtresi içerir. Görüntüler bilgisayara aktarılır ve kaydedilir. Özellikle düz yüzeyler için uygun bir yöntemdir. Dişin görüntüsü elde edildikten sonra lezyonlar incelenir ve demineralizasyon dereceleri belirlenir. Bu amaçla özel bilgisayar yazılımlarından yararlanılır.

2.3.9.2. Laser Floresans Yöntemi (Diagnodent)

DIAGNOdent (Kavo®, Almanya) lazer ışığından yararlanarak çürük teşhisinde kullanılan bir cihazdır. Harekete geçirici ışık kaynağı olarak 655 nm dalga boyunda bir lazer diyotu ve detektör olarak da uzun bir geçiş filtresi ile birleştirilmiş bir foto diyot içerir. Harekete geçirici ışık bir optik fiber yardımıyla dişe iletilirken, çevresindeki dokuz fiberden oluşan demet ise detektör olarak görev yapmaktadır. Uzun geçişli filtresi, saçılan ışın huzmesini ve diğer kısa dalga boylu floresans ışınımını soğurmakta ve daha uzun dalga boylu floresans radyasyonunu iletmektedir. Aygıt esas olarak probe, fiber optik kablo, lazer diode ile elektronikleri içeren bir üniteden oluşmaktadır ve iki farklı tip ucu vardır. Konik olan uç (A Tip) okluzal yüzeyler, düz olan uç (B Tip) ise düz yüzeyler için üretilmiştir. Uzun dalga boylu çevresel ışığın filtreden geçişini engellemek için, lazer diyotu ayarlanarak sadece aynı ayardaki ışığın kaydedilmesi sağlanır. Böylece dijital gösterge, belirlenen floresans yoğunluğunu kantitatif olarak gerçek zamana ve maksimum değere göre göstermektedir.

Dişin yapısındaki organik ve inorganik maddeler tarafından ışığın bir kısmı absorbe edilerek, bir kısmı dişin yapısında bir değişiklik ile karşılaştığı zaman farklı bir dalga boyunda kızılötesi ışık olarak geri yansımaktadır. Çürük yüzeyden geri cihaza yayılan ışık demeti, sağlam yüzeyden yayılandan daha fazladır. Çünkü sağlam doku ışığı daha fazla absorbe etmektedir. Cihaz ayrıca bazı mikroorganizmaların sentezledikleri porfirin ve metalloporfirin gibi fluorofosforları da algılayarak bakteri varlığını belirlemektedir. Yayılan ışığın şiddeti DIAGNOdent tarafından sayıya dönüştürülerek çürük yoğunluğu belirlenmektedir. Cihazın kullanımında, test edilecek diş yüzeyi ilk teşhis basamağı olan görsel muayene için çok iyi temizlenmeli ve kurutulmalıdır. Araştırmacılar plak, diş taşı, boyanma ve hipomineralizasyon gibi yapıların uygulamada yanlış ölçümlere neden olabileceğini belirtmektedir. Kurutma ve izolasyon işlemlerinin ardından standart seramik yüzey üzerinde kalibre edilen cihaz test edilecek fissür yüzeyinde basınç uygulamadan yavaşça gezdirilir. Cihazın dijital ekranında “anlık” ve “en yüksek” ölçümler görülmekte ve en yüksek ölçüme göre çürük değeri belirlenmektedir. Cihaz sayısal olarak 0-99 arasında değerler vermektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda, çürük derinlikleri DIAGNOdent ekranında görülen değerlere göre sınıflandırılmaktadır.⁷²

Lussi ve ark., DIAGNOdent'in klinik kullanımını 322 okluzal çürüklü diş üzerinde in-vivo olarak araştırmışlar ve çalışmanın sonuçlarına dayanarak cihazın klinik kullanımı ile ilgili önerileri göstermiştir.⁷³ Virajsilp ve ark., aproksimal çürük teşhisinde DIAGNOdent ve bite-wing radyografi tekniklerini karşılaştırmışlar ve DIAGNOdent yönteminin, bite-wing yönteminden daha başarılı olduğunu rapor etmişlerdir.⁷⁴ Atrill ve Ashley'in, okluzal çürük tespitinde DIAGNOdent, görsel yöntem ve intraoral radyografi tekniklerini karşılaştırdığı çalışmada, DIAGNOdent en iyi yöntem, intraoral radyografi yöntemi ise en başarısız olarak rapor edilmiştir.⁷²

Ölmez ve ark.'nın, yaptıkları in-vivo çalışmada, DIAGNOdent, görsel muayene ve bite-wing radyografi yöntemleri karşılaştırılmış ve sonucunda DIAGNOdent'in okluzal çürük tespitinde görsel ve radyografik yöntemden daha iyi sonuç verdiği rapor edilmiştir.⁷⁵ Çürük teşhisinde DIAGNOdent kullanımının, hekimlere invaziv ya da invaziv olmayan tekniklerin seçimi ve kavite derinliğini belirleme konusunda yardımcı olacağı sonucuna varılmıştır.

2.4. Demineralizasyon

Beslenmeyle alınan karbonhidratların, diş plağındaki bakteriler tarafından metabolize edilmesi sonucu açığa çıkan organik asit ürünleri nedeniyle plak pH'sının düştüğü belirlenmiştir.⁷⁶ Bu düşük pH'da, plak sıvısı ve mine yüzeyinde hidroksiapatite göre az doymuş bir ortam oluştuğu bildirilmiştir. Bu ortamda apatit kristallerinden mineral kayıplarının ve böylece demineralizasyonun başladığı saptanmıştır.

Karyojenik koşullarda, diş yüzey direncinin çürük oluşumuna engel olamadığı ve belirli bir süre dişten kaybedilen mineral miktarı kazanılan mineral miktarını aştığında mine yüzeyinde çürük lezyonunun gelişmeye başladığı belirtilmiştir. Bu durumda diş yüzeyinde pürüzlülük ve porozite gözlemlenmiştir. Porozitedeki artışın çürük lezyonu için karakteristik olan yüzey altı lezyonunun gelişimine izin verdiği düşünülmektedir. Hidroksiapatit kristallerinin termodinamik olarak hafif asit pH'da ve nötral pH'da daha stabil şekilde bulunduğu bildirilmiştir. Apatit minerallerinin eriyebilirliğinin bu pH derecesine bağlı olduğu bilinmektedir. Düşük pH'da çevredeki sıvılarda (plak sıvısı gibi) doymuşluk veya aşırı doymuşluk koşullarının sağlanabilmesi için daha fazla kalsiyum ve fosfata gerek duyulur. Belli koşullarda tükürük, kalsiyum ve fosfat için bir kaynak olabilir. Ancak pH 5,5'a düşerse mineraller için az doymuş hale gelir ve çözünme başlar.^{32, 54} Plak içerisinde üretilen asitler, diş minesini içerisinde yaklaşık 20-50µm derinliğinde mikrokanallar oluşturmaktadırlar. Bu derinlikte bir lezyon, minenin

yüzey altı çözünmesine ve ilerleyen mineral kaybına bağlı olarak optik değişikliklere neden olmaktadır.

Sağlam mine yüzeyi, beyaz ışık altında translüsent bir görünüm sergilerken demineralizasyona maruz kalmış mine yüzeyi, beyaz opak bir görünüm kazanmaktadır. Düz mine yüzeyinde oluşan çürük lezyonlarının en erken klinik belirtisi beyaz nokta lezyonlardır. Demineralize olmuş mine yüzeyinin, sağlam mine yüzeyine göre daha az mineral ve interprizmatik mineral içerdiği bildirilmiştir. Mine demineralizasyonun ilk aşamasının interprizmatik mineral kaybı ile karakterize olduğu, sonraki aşamalarda erken çürük lezyonunu meydana getiren yüzey katmanı oluştuğu belirtilmiştir.⁷⁷ Plakta meydana gelen asit ataklarını takiben ilk olarak kalsiyum florürün (CaF_2) çözündüğü bildirilmiştir. Sonrasında sırasıyla, hidroksiapatit (HAP) ve son olarak fluorhidroksiapatitin (FHAP) çözündüğü belirtilmiştir.¹³

2.5. Remineralizasyon

Son yıllarda diş hekimliği uygulamalarında sağlıklı diş dokularının mümkün olduğunca korunmasını amaçlayan minimal invaziv yaklaşımlar büyük önem kazanmaktadır.⁷⁸ Remineralizasyon, çürük veya farklı nedenlerden dolayı mine dokusundan kaybedilen kalsiyum, fosfat ve diğer iyonların tekrar mine yüzeyinde birikmesi yani tekrar sertleşme olarak tanımlanmaktadır.^{47, 78, 79} Kalsiyum ve fosfat iyonlarının ağız sıvılarında (tükürük, plak sıvısı) aşırı doymuş halde bulunduğu ve bu iyonların mine yüzeyinde sürekli olarak depolanabildiği ve kaybedildiği bölgelerde tekrar birikebildiği bildirilmiştir.⁷⁹

Demineralizasyon-remineralizasyon süreçleri, ağız sıvılarının (tükürük ve plak) doygunluğu ile belirlenmektedir. Çürük lezyonunun tamiri, ağız sıvılarındaki kalsiyum veya florid konsantrasyonlarının artırılması ile gerçekleştirilebilmektedir.^{3, 80, 81} Optimal laboratuvar şartlarında, kısmen demineralize mine ve dentin apatit kristallerinin

remineralize olabileceği bildirilmiştir. Buna rağmen klinik koşullarda remineralizasyonun büyük bölümünün yüzeyde gerçekleştiği belirlenmiştir. Remineralize mine yüzeyinin, orjinal mineden farklı yapı ve bileşende olduğu ve bozulmamış mineye göre demineralizasyona daha dirençli olduğu bildirilmiştir.⁵⁰ Yapılan çalışmalarda, minede ilk çözünmenin başlamasından bir sond ile teşhis edilebilecek düzeyde madde kaybının gerçekleşmesine kadar geçen sürenin 18 ile 24 ay sürebileceği ancak bu sürecin bazı nedenlerle hızlanabileceği bildirilmiştir.⁴⁶ 30-40 yılı aşkın süredir erken çürük lezyonlarının remineralizasyonunun; diş çürüğü, diş kaybı ve restorasyon sayısındaki dramatik düşüşün esas sebebi olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda çok sayıda ülkede floridli diş macunu kullanımının diş çürüğü ile karşılaşılma sıklığını azalttığı saptanmıştır.⁸² Çürük riskini azaltıcı yönde uygulanacak girişimlerin yanı sıra çürük etyolojisine yönelik uygulamaların da, çoğu zaman minede beyaz opak bir leke halinde başlayan demineralizasyonu durdurabileceği diğer bir deyişle submikroskopik düzeyde olmasa da minenin yeniden yapılabileceği yani remineralize olabileceği bilinmektedir.⁸³ Mine çürüğünün yeniden remineralize olabilmesi için, öncelikle yüzeyde herhangi bir kavitasyonun olmaması gerekmektedir. Henüz bir kavitasyon oluşmamış, beyaz, opak mine lezyonlarında, mine prizmaları orjinal kristal yapılarını kaybetmemiştir. Seçici geçirken özelliği ile iyon geçişinin sağlanmasında rol üstlenen mine yüzeyindeki diş dış zarından mine yüzeyine penetre olan tükürükteki kalsiyum ve fosfat iyonlarının çürük lezyonunun reaktif kristal yüzeyine çökeldikleri ve başlangıç çürük lezyonlarının remineralizasyonunu sağladıkları bildirilmiştir.⁸³⁻⁸⁵ Remineralizasyonun, kalsiyum ve fosfat varlığında gerçekleştiği ve ppm seviyesinde florid varlığının remineralizasyonu arttırdığı bildirilmiştir. Remineralizasyon oluşumunda tükürüğün kalsiyum ve fosfat iyonları bakımından doygunluğunun yanısıra ortamdaki kalsiyum ve fosfat iyonlarının yeniden

çökmesinde katalizör etki gösterecek olan florid iyonunda olup olmaması önemli bir etkidir. Laboratuvar verileri göstermiştir ki, kavite gerçekteşmemiş çürük lezyonunun remineralizasyonu için gereken florid miktarının, çürük oluşumunun önlenmesi için gereken florid miktarından daha fazladır^{50, 83, 86}

Remineralize olmuş çürük lezyonunun histopatolojik analizinde, mine kristallerinin yeniden yapılandığı gözlemlenmiştir. Bu yeni yapılanma sonrası oluşan kristallerin, sağlam mine kristallerinden daha büyük ve mineral miktarının fazla olduğu saptanmıştır. Remineralize olmuş kristallerin orjinal kristaller kadar mükemmel olmadığı belirlenmiştir. Sağlam mine kristalleri birbirlerine paralel olarak dizilirken, remineralize olmuş mine kristallerinin oldukça dağınık ve rastgele dizildikleri bildirilmiştir. Mineral yoğunluğunun hiçbir zaman sağlam mine seviyesine geri dönemeyeceği belirlenmiştir.^{32, 47}

Ten Cate ve ark.⁸⁷ yaptıkları in-vitro bir çalışmada, en fazla remineralizasyonun minenin dış yüzeyinde gerçekleştiğini, minenin iç yüzeyinde ve dentinde ise remineralizasyonun daha yavaş gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca yalnız minenin dış tabakasının, floridin difüzyonundan ve remineralizasyondan sorumlu olduğunu bildirmişlerdir.

Geçmişten günümüze remineralizasyon hakkında araştırmalar yapılarak çeşitli ajanlarla remineralizasyon sağlanmaya çalışılmaktadır.

2.6. Başlangıç Mine Çürüğünün Önlenmesi ve Tedavisi İçin Yaklaşımlar

2.6.1. Plak Kontrolü ve Diyet Düzenlenmesi

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.⁸⁸ Diş fırçalamanın plağı uzaklaştırarak çürük riskini

anlamli olarak azaltdığı 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.⁸⁹

Çürük oluşumuna neden olan en önemli besinin, fermante olabilen karbonhidratlar (özellikle şekerler) olduğu ve çürük oluşması için, plak ile örtülü diş yüzeyi yakınında şeker bulunması gerektiği belirtilmiştir. Şekerler içinde en karyojenik olanı, sakkaroz şekeridir. Gelişmekte olan ülkelerde, çürük görülme sıklığındaki artışın, şeker tüketimindeki artışa bağlı olduğu belirlenmiştir. Gelişmiş ülkelerde ise şeker tüketiminin azalması ile birlikte çürük görülme sıklığının azaldığı bildirilmiştir.⁹⁰ Sakkaroz içeren besinlerin ve içeceklerin sık tüketilmesinin, diş çürüğü görülme riskini arttırdığı belirlenmiştir.⁴⁸

2.6.2. Antimikrobiyal Ajanların Kullanımı

Düzenli diş fırçalama ve diş ipi kullanımı alışkanlığının diş yüzeyindeki plak miktarının azaltılması ve çürük oluşumunun önlenmesinde etkili yöntem olduğu gösterilmiş olsa da, tam olarak çürük kontrolü için mekanik uygulamalarla birlikte florid ve diğer kemoprofilaktik ajanların kullanılması da büyük önem taşımaktadır.⁹¹

Diş çürüğünden korunmak amacıyla geliştirilen kimyasal ajanlar, plaktaki mikroorganizmaları hedef almaktadır. Diş macunları, ağız gargaraları, jeller, vernikler, spreyleyler, sakızlar ve çiğnenen pastiller bu amaçla kullanılan antimikrobiyal ajanlardır.⁹²

⁹³ İdeal bir kemoprofilaktik ajan toksik ve allerjik olmamalı, diş 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

gargaralarına eklenirler. Ayrıca jel ve cila şeklinde olanları da vardır. Kemoprofilaktik ajanlar uygulandıklarında ağız içerisindeki yapılara tutunarak yavaş salınımla etkilerini uzun süre devam ettirirler.⁹¹

2.6.4. Fissür Örtücü Uygulaması

Fissür örtücüler ilk olarak 1965 yılında denenmiştir. Daha sonra yapılan çok sayıda klinik ve laboratuvar çalışmasında, fissür örtücü uygulamasının güvenli ve etkili bir çürük önleme yöntemi olduğu belirlenmiştir. 70'lerin başında Amerikan Diş Hekimleri Birliği (ADA) fissür örtücü uygulamasını benimsemiştir.⁹⁴

Diş çürüğünü önlemek amacıyla yapılan çalışmalarda, okluzal yüzeylerdeki pit ve fissürlerin, düz yüzeylere göre çürüğe daha yatkın oldukları belirlenmiştir. Bu bölgeler dar ve derin morfolojileri nedeni ile bakteri plağının tutunmasına elverişli ve temizlenmesi oldukça zor anatomik alanlardır. Pit ve fissürlerin kapatılarak plak birikiminin önlenileceği düşüncesiyle pit ve fissür örtücü materyaller geliştirilmiştir.⁹⁵⁻⁹⁷

Garcia-Godoy ve ark.⁹⁸ florid içeren beş farklı fissür örtücünün (FluoroShield, Helioclear-F, Ultraseal XT, Baritone L3, Teethmate-F) florid salınım özelliklerini ve miktarlarını karşılaştırdıkları 30 günlük çalışmalarının sonucunda, ilk gün yüksek düzeyde gerçekleşen florid salınımının ikinci gün keskin bir düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir. İlk gün en yüksek florid salınımını gerçekleştiren fissür örtücünün Baritone L3 olduğunu; sonraki günlerde ise en yüksek salınımı yapanın Teethmate-F olduğu belirtilmiştir.

2.6.5. Lazer Uygulamaları

LASER, İngilizce "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. Lazer ışığının, elde edilmiş biçimi nedeniyle normal ışıklardan farklı özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Bu özellikler,

tek renkli olması (monokromatik), doğrusal olması (collimated) ve ışığı oluşturan fotonların aynı fazda olması (koherens) şeklinde sıralanmaktadır. Tıpta ve diş hekimliğinde kullanılan esas özelliği tek renkli olmasıdır. Bu sayede lazer kullanılırken çevre doku tahribatının minimum düzeyde tutulabildiği bildirilmiştir. Buna lazerin doku selektif özelliği denilmektedir. Lazer ışığı, tek renkli olup rengi elde edildiği maddeye bağlı olarak değişmektedir. Lazerler, elde edildikleri maddelerin adlarıyla anılmaktadır; örneğin Argon, CO₂, Erbiyum, Nd:YAG lazerleri. Lazer cihazları tüm yumuşak ve sert doku uygulamalarında rutin olarak kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde kullanılan başlıca lazer sistemleri; Argon lazerler, CO₂ lazerler, yarı iletken diyot lazerler, Erbiyum lazerler ve Nd:YAG lazerlerdir.⁹⁹

Lazer diş hekimliği tarihine girdiği zamandan bu yana çürük önleme üzerine olan etkisi birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir.¹⁰⁰⁻¹⁰³ 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 sağlamakta¹⁰⁴, hidroksiapatit kristallerinde erime ve kaynaşmaya neden olarak asitlere direncini artırmaktadır.¹⁰⁵ Sognaes ve Stern¹⁰⁶ araştırmalarında, lazer ışınının mine yüzeyini asitlere dirençli bir yüzey haline getirdiğini ilk defa ortaya koymuştur. Powell ve ark.¹⁰⁷ yaptıkları çalışmada, argon lazer ışınının diş çürüğü gelişiminin kontrol altına alınmasında etkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca Morioka ve ark.¹⁰⁸ araştırmalarında, yüksek güçteki Nd-YAG lazer ışığının, diş çürüğü gelişiminin kontrol altına alınmasında etkili olduğunu belirlemişlerdir. 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.¹⁰⁹

2.6.6. Çürük Önlemede Dişlerin Direncinin Artırılması

2.6.6.1. Flor

Florun çürüğün oluşmasını ve ilerlemesini engellemedeki etkinliği 1930'lu yıllardan bu yana bilinmektedir.¹¹⁰ Tükürük içerisindeki florür (F^-), iyonunun demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki dengeyi remineralizasyon lehine çevirmesi florun erken çürük lezyonlarının geriye döndürülmesinde klinik etkinliğe sahip olduğunu kanıtlamıştır.¹¹¹ 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.⁹¹

2.6.6.1.1. Florun Tarihçesi

Dişlerin flor içerdiğini ilk defa Morichini bildirmiş ve bunu takip eden yıllarda birçok araştırmacı dişlerdeki flor miktarının diş sağlığını olumlu yönde etkilediğini savunmuştur.¹¹² Toumba, diş hekimliği literatürüne florün girişinin 1800'lü yıllara uzandığını bildirmiştir.¹¹³ 1970'li yıllarda Dünya Sağlık Örgütü tarafından floridler çürüğe karşı korumada uluslararası bir halk sağlığı yöntemi olarak kabul edilmiştir.¹¹⁴ 1970'li ve 1980'li yılların sonlarına gelindiğinde, gelişmiş ülkelerde çürük sayısındaki azalma, floridli diş macunlarının yaygın olarak kullanımına bağlanmaktadır. Diş macunları çok sık tüketildiğinden dolayı bu ürünlere flor eklenmesi düşünülmüş, böylece yaygın ve düzenli bir şekilde flor alınması planlanmıştır.¹¹⁵⁻¹¹⁷ Günümüzde en çok sodyum florür (NaF), sodyum mono florofosfat ve amin içeren diş macunları kullanılmaktadır.¹¹⁸

2.6.6.1.2. Florun Yapısı ve Özellikleri

Flor (F^-), insan vücudu için yaşamsal değeri olan yedi eser elementten biridir. Flor; 2.periyot, 7A grubu (halojen) elementidir. Oda sıcaklığında soluk, sarı-yeşil renkte bir gazdır. Doğadaki en elektronegatif elementtir. Kolayca reaksiyona girer. Doğada serbest halde bulunmaz. Genel olarak kriyolit (Na_3AlF_6), fluorosilikat (Na_2SiF_6), Floropatit ($Ca_{10}(PO_4)6F_2$) veya kalsiyum florid (CaF_2) gibi formlarda minerallerde ve mika, hornblende, pegmatit gibi formlarda kayalarda bulunmaktadır.^{47, 119-121}

Flor; bitkilerde, hayvanlarda, denizde ve toprakta da görülmektedir. Hemen hemen tüm yiyecek ve içeceklerde eser miktarlarda bulunmasına karşın, balık ve kabuklu deniz hayvanlarında oldukça yüksek konsantrasyonlarda flor bulunmaktadır.^{47, 122} Derin sular, yüzeysel sulara göre daha fazla flor içerirken, yağmur suyunda flora rastlanmaz.^{120, 121, 123} İçme sularında, deniz suyunda çoğunlukla 1 ppm oranında flor iyonu bulunur. Ayrıca kemik ve diş gibi mineralize dokulara bağlanma özelliğine sahiptir.^{81, 124-127} ve endüstride florokarbon olarak çok sık kullanılmaktadır, tygon, teflon ve diğer plastiklerde, halotan veya metoksifluoran gibi anesteziklerde, freon gibi soğutucu gazlarda yaygın bir kullanım alanına sahiptir.¹²²

2.6.6.1.3. Florun Mine Dokusu Üzerine Etkisi

Diş çürüklerinin önlenmesinde, 1946'dan bugüne dünyada önemini koruyan en yaygın ve etkin yöntemin flor uygulamaları olduğu bildirilmiştir. Dean (1938), florun diş çürüklerini oluşmunun önlenmesinde etkili olduğunu bildirmiştir. Flor; diş minesi, dentin ve kemik yapısına giren önemli bir eser elementtir. Florapatit olarak minede biriken florun, minenin çözünürlüğünü azalttığı, bakteriyel enzimleri inhibe ettiği ve asit oluşumunu önlediği belirlenmiştir.^{27, 128-131}

Florun günümüzde çürük gelişimini engelleyen en etkin ajan olma özelliğine sahip olduğu ile ilgili çalışmalarda, flor iyonunun mine dokusu üzerinde çürük

engelleyici etkisini; i) mineral yapının çözünürlüğünü azaltarak/ engelleyerek, ii) bakterilerin asit üretimini engelleyerek, iii) remineralizasyonu artırarak gösterdiği belirtilmiştir.¹³²

Florun minenin mineral yapısına katılarak hidroksiapatiti daha az çözünür olan florapatite dönüştürdüğü ve asitler karşısında mine çözünürlüğünü azalttığı bildirilmiştir. Remineralizasyon için gerekli florür iyonları florürlü su, diş macunu, ağız gargarası ve jeller gibi diğer flor içeren ürünlerden sağlanmaktadır.

Minedeki hidroksiapatit kristal yapısındaki hidroksil iyonlarının, florür iyonları ile yer değiştirerek florapatit yapı oluşturduğu ve oluşan fluorapatit yapının hidroksiapatit yapıya oranla asitler karşısında daha az çözünür olduğu bildirilmiştir.^{124, 133, 134} Bu olayın, kristal dış yüzeyde adsorpsiyon ve heterojenik iyon değişim mekanizmaları tarafından yürütüldüğü belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar, 3000 ppm'lik bir florür konsantrasyonunun çürük gelişiminin engellenmesi için yeterli bir miktar olduğunu göstermiştir.¹³⁵ Bu konsantrasyonda OH iyonlarının ancak %10'unun florür iyonları ile yer değiştirebildiği bildirilmiştir. Minedeki tüm hidroksil iyonlarının, florür iyonları ile yer değiştirebilmesi için 38000 ppm'lik bir flor uygulaması gerektiği ancak bugünkü şartlarda bu durumun imkansız olduğu bildirilmiştir. Bunun yanında florür iyonlarının, ortamda asit bulunduğu sırada plak sıvısında bulunması halinde, mine tarafından emilerek minenin güçlenmesini sağladıkları ve kristal yüzeyinin asidin etkisi ile çözünmesini engelledikleri dolayısıyla düşük pH seviyelerinde bile asit üretiminin ve minedeki çözünmenin azaldığı gösterilmiştir.¹³⁶⁻¹⁴⁰

2.6.6.1.4. Florun Remineralizasyon Üzerine Etkisi

Tükürük içinde yüksek konsantrasyonda bulunan kalsiyum ve fosfat iyonları, remineralizasyon sürecinde önemli rol oynamaktadır.¹⁸ Florürün, remineralizasyon sürecini diş yüzeyine tutunarak ve kalsiyum iyonlarını etkileyerek hızlandırdığı

bildirilmiştir.¹⁴¹ Kalsiyum ve fosfat iyonlarının, florür varlığında demineralize olmuş mineye daha etkili şekilde çökelebildiği ve kalsiyum ve fosfatın diş yüzeyine difüzyonunda katalizör görevi üstlendiği belirtilmiştir.⁷⁹

Florürün remineralizasyonu artırma özelliği nedeni ile klinikte başlangıç çürük lezyonlarının tedavisinde kullanılması önerilmektedir.¹⁴² Genişleyen mine gözeneklerinin florür alınımına daha elverişli olması nedeniyle, demineralize alanın florür iyonuna karşı daha fazla afinite gösterdiği ve başlangıç halindeki mine çürük lezyonlarının sağlam mineye oranla daha fazla flor içerdiği bildirilmiştir.²⁹

2.6.6.1.5. Flor Uygulama Yöntemleri

Flor, ağız ve diş sağlığının korunması amacıyla+ sistemik veya topikal olarak uygulanabilmektedirler.

• SİSTEMİK FLOR UYGULAMALARI

Sistemik flor uygulamalarının amacı, ağızda herhangi bir çürük oluşmadan önce, sağlam minedeki florür konsantrasyonunu arttırmaktır. Bu etki, ancak dişlerin oluşumu sırasında florür alınması ile sağlanabilmektedir. Diş sürmeden önce yeterince florür alındığında mine flor düzeyi artmaktadır. Dişlerin sürmesinden sonra sistemik flor uygulanması, tükürükteki florürün biraz yükselmesi dışında fazla bir etki göstermemektedir. Sistemik olarak alınan flor yıllar boyunca kalıcı bir koruma oluşturmaktadır.^{47, 143}

Sistemik flor uygulama yöntemleri;

1. Suyu Flor Eklenmesi
2. Sofra Tuzuna Flor Eklenmesi
3. Süte Flor Eklenmesi
4. Flor Tabletleri, Pastiller, Damlalar

- TOPİKAL FLOR UYGULAMALARI

1950-1955 yıllarından beri florürlü diş macunları, ağız gargaraları ve diğer florid uygulamalarının çürük oluşumunu azalttığı gözlemlenmiştir. Günümüzde de topikal flor uygulamalarının çürük gelişiminin önlenmesinde başarılı bir yöntem olduğu kabul edilmektedir.^{115, 144-147}

- FLORÜRLÜ DİŞ MACUNLARI

Florürlü diş macunu kullanımının minenin remineralizasyonunu arttırdığı bildirilmiştir. 400 ile 2500 ppm arasında değişen florid içeriklerine sahip diş macunları bulunmaktadır. 1000 ppm'in üzerindeki her 500 ppm için çürükteki azalma oranının %6 olduğu bildirilmiştir.^{116, 118, 148, 149} Diş macununun; çürük önleyici özelliğinde içerdiği florür konsantrasyonu, fırçaya konulan macun miktarı, fırçalama süresi, sudaki florür miktarı ve fırçaladıktan sonraki ağız çalkalama alışkanlığının etkili olduğu gösterilmiştir.^{118, 148}

- FLORÜRLÜ AĞIZ GARGARALARI

Florürlü gargaralar, 1960-70'li yıllarda, düzenli diş fırçalayan ve florürlü içme suyundan optimal düzeyde faydalanan çocukların ağız sağlığına destek sağlamak amacıyla üretilmiştir. Gargaranın etkinliğinin, kullanım sıklığı ile doğru orantılı olarak arttığı bildirilmiştir. Gargara kullanımının çürük gelişimini %20–50 oranında azalttığı bildirilmektedir.

- FLOR JELLERİ

Florür içeren jeller, uygulama kaşıkları ile uygulanabildikleri gibi dişler üzerine fırça ile de sürülebilmektedirler. Jeller, hem profesyonel olarak hekim tarafından uygulanabilmekte hem de yüksek çürük risk grubundaki bireylerde evde hasta tarafından uygulanabilmektedirler.¹⁵⁰ Diş hekiminin uyguladığı yüksek konsantrasyonlu florid jelleri genellikle yılda iki kez uygulanmaktadırlar. Bireyin kendisinin uyguladığı

düşük konsantrasyonlu flor jelleri ise sıklıkla günlük olarak kullanılmaktadırlar.^{124, 151}

Florürlü jel ve ağız gargaraları; sodyum florür, asidüle fosfat florür, kalay florür veya amin florür içerikli olabilmektedirler.^{142, 151}

Jeller, %1,23'lük APF (12300 ppm F) ve % 2'lik nötral NaF (9040 ppm F) formlarında, profesyonel olarak hekim tarafından uygulanabildikleri gibi; yüksek çürük riskinde olan bireylerde, nötral NaF (5000 ppm F), APF (5000 ppm F) ve SnF₂ (1000 ppm F) formlarında evde hasta tarafından da uygulanabilmektedirler.^{152, 153} Evde bireyin kendisinin uygulayabileceği daha düşük konsantrasyonlu jeller de bulunmaktadır.

Flor jeller, diş yüzeyinde gevşek bağlı florid deposu oluşturmaları nedeniyle çürük gelişiminin önlenmesinde etkili olmaktadır. Ucuz ve uygulaması kolay bir yöntemdir. Düzenli kullanımı ile çürükte %35'lik bir azalma sağladığı bildirilmiştir.

Özellikle suların florlanmadığı bölgelerde yaşayan insanların çürük gelişiminin kontrol altına alınmasında alternatif bir yöntemdir.^{117, 153-155} Diş hekimlerinin uyguladığı 10000 ppm florid içeren jellerin, yılda bir kez uygulanması ile yaklaşık %23, yılda iki kez uygulanması ile %33 oranında çürük gelişiminde azalma meydana geldiği bildirilmiştir.^{124, 156}

- FLOR VERNİKLERİ

Flor verniği, doğal ya da sentetik esaslı florür tuzlarının etanol gibi bir solventin içinde çözündüğü bir lak ya da likid olarak tanımlanmaktadır. Ağız içinde 48–72 saat tutunma süreleri olduğu ve bu süre içinde diş yüzeyine florür sağladığı bildirilmiştir.¹⁵⁷

Florürlü verniklerinin yapay çürük modelleri üzerinde inhibisyon gösterebildiği aynı zamanda da yüksek çürük risk grubunda bulunan okul çağındaki çocuklarda kullanımının çürük insidansında %17-88 azalma sağlayabildiği bildirilmiştir.¹⁵⁸

- FLOR İÇEREN SİMANLAR VE RESTORATİF MATERYALLER

Günümüzde florür, bitişik diş ve ağız içerisine salgılanabilen formda dental materyaller içerisine yerleştirilmektedir. Restoratif dental materyallerin çürük önleyici etkilerinin, materyalden salınan florür miktarına bağlı olduğu bildirilmiştir. Restoratif dental materyaller florür salınımı miktarlarına göre; yüksek (geleneksel cam iyonomer simanlar), orta (resin modifiye cam iyonomer simanlar), düşük (poliasit modifiye kompozit rezinler, florür içeren fissür örtücüler ve florür içeren kompozit rezinler) ve florür salınımı yapmayan (geleneksel kompozit rezinler) materyaller olarak sınıflandırılmaktadır.^{151, 159-161}

Dental materyallerin yüzeyel florür uygulaması veya florür içeren diş macunu ve ağız gargarası kullanımı ile yeniden şarj edilerek florür salınımına devam edebildikleri; bu sayede ağız ortamında bir florür rezervuarı gibi görev yapabildikleri de bildirilmiştir.¹⁶²⁻¹⁶⁶

2.6.6.2. 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.¹⁶⁷

Kazein, süt proteininin yaklaşık %80' ini oluşturan ve yeni bir remineralizasyon teknolojisi olarak kullanılmaya başlanan bir fosfoproteindir.¹⁶⁸ Kazeinler insan sütü de dahil olmak üzere hayvansal sütlerin tümünde bulunmaktadır. İnsan sütündeki proteinlerin yaklaşık %80'i kazeindir. Kazein proteini; α s kazein, β kazein ve κ kazein olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Ayrıca α s kazeinin kendi içerisinde α s1 kazein (%79) ve α s2 kazein (%21) olarak isimlendirilen iki farklı polipeptid zinciri içerdiği

belirlenmiştir. $\alpha 1$, $\alpha 2$ ve β kazeinlerin yapısında bulunan triptik fosfopeptid bağların, kalsiyum ve fosfatın kazeine daha kolay bağlanmasını sağladığı bildirilmiştir. Kalsiyumun $\alpha 1$ kazein ve β kazeinde sık olarak rastlanan fosfoseril yapıdaki peptid bağlarına diğer bağlara oranla daha sıkı bir şekilde bağlandığı belirtilmiştir. Kazeinin çürük önleyici etkisinde bu triptik peptidlerin önemli rol oynadığı belirlenmiştir.^{169, 170}

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.¹⁷¹ Kazein fosfopeptid, (CPP), (-Ser(P)-Ser(P)-Glu-Glu) şeklindeki aminoasit dizilimi içermektedir. CPP seçici çökeltme yöntemi kullanılarak kazeinin tripsin enzimi ile parçalanması sonucunda elde edilmektedir. Kazein fosfopeptitler (CPP), amorf kalsiyum fosfat (ACP) solüsyonunda nanokompleks yapıda kalsiyum fosfatı sabitlemektedir. İçerdiği fosfoseril uzantılar boyunca ACP'yi küçük kümeler halinde bağlayarak solüsyon içerisinde çökelmeleri için gerekli boyuta ulaşmalarını engeller ve böylece CPP-ACP (Kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat) nanokompleksinin meydana gelir.

CPP-ACP nanokompleksinin demineralizasyonu azaltıcı etkisi, 3 farklı mekanizma ile açıklanmaktadır; Dental plağın yapısına katılarak plağın kalsiyum ve fosfat iyon seviyesini anlamlı şekilde arttırmaktadır. Bu mekanizma, demineralizasyonun önlenmesinde ideal bir mekanizmadır. Çünkü plak kalsiyum ve fosfat seviyesi ile çürük oluşumu arasında ters bir ilişki vardır. Bununla birlikte diş yüzeyine lokalize olan CPP-ACP, plaktaki serbest kalsiyum ve fosfatı bağlayarak, diş yüzeyini aşırı doymuş hale getirmekte ve böylece demineralizasyonu önleyip remineralizasyonu arttırmaktadır. Son olarak, plaktaki bakteri hücrelerinin yüzeylerine bağlanarak diş üzerinde kolonize olmalarını engellemektedir.¹⁷²

CPP-ACP diş yüzeyine uygulandığında; biyofilme, dental plağa, bakterilere, hidroksiapatite ve yumuşak dokulara bağlanarak kalsiyum ve fosfat rezervuarı olarak görev yapmaktadır.¹⁷³ Aynı zamanda, florid varlığında sinerjik bir etkiye sahiptir. Ancak diş dokularının çürüğe karşı direncinin geliştirilmesinde kazeinin etkinliğinin değerlendirildiği klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.¹⁷⁴

Sütün çürük önleyici etkisinin gösterilmiş olması, araştırmacıları diğer süt içeren ürünlerin çürük önleyici etkilerini araştırmaya yöneltmiştir. Bu amaçla sütlü ve sütsüz çikolatanın çürük yapıcı özellikleri karşılaştırılmış ve sütlü çikolatanın daha az çürük lezyonu oluşturduğu ve bu durumun süt içerisindeki kazeinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca çikolatalara farklı iki oranda (%5,6 ve %16,6) kazein ilave edilmiş ve yüksek konsantrasyonda kazein içeren grupta daha az çürük oluştuğu belirlenmiştir. Fakat bu yüksek konsantrasyondaki kazeinin çikolatanın tadını kötüleştirilmesi nedeniyle piyasaya sunulması kabul görmemiştir.¹⁷²

Ayrıca CPP-ACP'nin bakteri hücre yüzeyleri, intersellüler plak matrisi ve diş yüzeyindeki makromoleküllerle birleşerek etki ettiği de gösterilmiştir.¹⁷⁵ Tüm bunlar CPP-ACP' li ürünlerin kullanımının daha az karyojenik bir plak oluşmasına neden olduğunu göstermektedir. Günümüzde CPP-ACP'nin topikal etkisinden yararlanmak amacıyla, solüsyonlara, şekersiz sakızlara, diş macunlarına, pastillere, gargaralara, spreylere, patlara, spor içeceklerine ve restoratif materyallere ilave edilerek piyasaya sunulmuştur.¹⁷² Yakın zamanda erken çocukluk çürüklerinin önlenmesinde kazein içeren kremlerin (GC ToothMousse) de kullanılabileceği bildirilmiştir.¹⁷⁶

2.6.7. Düşük Viskoziteli Rezinler İle 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.¹⁷⁷ 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 çözülmüş mineraller için geçiş yolu oluşturan difüzyon yolunu rezin tabakayla örtterek lezyon gövdesindeki porları tıkamaktır.^{178, 179}

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 kullanılabilir bir yöntemdir. Kısaca infiltrant uygulaması non invaziv ve restoratif uygulamalar arasındaki boşluğu dolduran bir tedavi şekli olarak yer almaktadır.³ Yapılan histolojik deneylerde, mikroporözitenin artışına bağlı olarak mine lezyonlarının absorpsiyon özellikleri olduğu gözlemlenmiştir.³ Minede oluşan bu küçük poröz açıklıklar ve genişletilmiş interkristalin boşluklar, asit ve çözülmüş 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.³ Bu yüzden başlangıç mine lezyonlarını rezinle kaplamak ümit verici bir yaklaşımdır.¹⁸⁰

Rezin infiltrasyonunda başarı ilk olarak 1976 yılında Robinson ve arkadaşlarının yaptıkları in-vitro çalışmada resorcinolformaldehit kullanılarak sağlanmıştır. Bu çalışmayla lezyondaki por hacminin %60'tan fazlasının infiltrasyonla tıkanıdığı ve bu tedavinin asit demineralizasyonunu önleyebileceği gösterilmiştir.¹⁸¹ 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.^{182, 183}

Asit uygulayarak yüzeyel tabakanın kaldırılması yüzey tabakada poröziteyi artırır, lezyon gövdesine adeziv materyalin infiltrasyonunu kolaylaştırır.¹⁸⁴ 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.¹⁸⁵

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.¹⁸⁵ 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.^{185, 186} Klasik fissür örtücü tedavilerinde sadece yüzeyle bir rezin tabaka oluşurken infiltrasyon tedavisinde infiltrant porlu çürük lezyon gövdesine tamamiyle penetre olmaktadır.³ 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.¹⁸⁶ Yapılan çalışmalar göstermiştir ki bu özellikleriyle klasik adezivlere oranla lezyon gövdesinde daha derine penetre olabilmektedir.^{186, 187}

Son yıllarda yapılan çalışmalarda ulaşılabilirliği zor olan proksimal yüzeyler gibi alanlara infiltrant uygulamasının yeterince başarılı olduğu gösterilmiştir.¹⁸⁸⁻¹⁹⁰ Ayrıca bu uygulamanın fissür örtücüler kadar lezyonun ilerlemesini durdurabildiği bir in situ çalışmada da ileri sürülmüştür.¹⁹¹ Diğer bir önemli etkisi ise başlangıç mine lezyon yüzeyinin opak tebeşirimsi görüntüsüne sebep olan mikroporöz yapısının infiltrantın penetrasyonu sayesinde maskelenebilir olmasıdır.¹⁹² 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.¹⁹³ Yüzey profilometresinde yapılan ölçümlerde sağlıklı mine yüzeyi ölçüm değerlerinin mineye uygulanmış polisajlanmamış Icon® yüzeyi ile birbirine yakın olduğu bulunmuştur.

Aktif başlangıç mine lezyonları yüzeyel kavite defektleri gösteriyorsa restoratif tedaviler gerektirir.¹⁹⁴ Birçok proksimal mine çürüğü gözle ve radyografik muayenede derin değilmiş gibi görülse de bu alandaki iç mine lezyonlarının %60'ından fazlasında kavitasyon vardır. Başlangıç halinde fakat kavitasyon gösteren mine lezyonlarının

tedavisinde kavitasyon alanlara kompozit uygulanırken sadece opak görüntü veren demineralize alanlara infiltrant uygulanması önerilmektedir.⁴ 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.⁴ Ayrıca Icon'un uygulama süresi kısa olduğunda klinik olarak çok yüzeysel bir tabaka oluştuğu gözlemlenmiştir.

2.7. Yapay Çürük Modelleri

Tıp ve diş hekimliğinde özellikle materyaller ve kabiliyetleri konusunda daha fazla bilgi edinebilmek amacıyla birçok simülasyon modeli kullanılmaktadır. Özellikle florid salınımı, remineralizasyon kabiliyetleri ve antibakteriyel özelliklerinin test edilmesi amacı ile yapay çürük modelleri kullanılmaktadır.^{195, 196}

2.7.1. Asit Tamponların Kullanıldığı In-Vitro Demineralizasyon Modeli

Asitli jelatin jeli veya kalsiyum, fosfat ve florid içeren, pH seviyesi dikkatlice ayarlanmış solüsyonların kullanıldığı en basit çürük oluşturma yöntemidir. Tampon solüsyonlarında; laktik asit, asetik asit veya her ikisi birden kullanılabilir. Bu yöntemde; örnekler çürük lezyonu oluşturabilmek amacıyla mine veya diş köklerinde pencereler oluşturularak günler hatta aylarca tampon solüsyonlarında tutulmaktadırlar. Bu lezyonlar histolojik olarak doğal lezyonlara benzer özellikler sergileyebilmektedirler.^{197, 198} Bu solüsyonlarda önemli olan içerdikleri kalsiyum, fosfat ve florid yoğunluklarının bilinmesi ve pH derecesinin dikkatli bir şekilde ayarlanmasıdır. Asit olarak laktik ya da asetik asit kullanılmasında sakınca yoktur. Ancak sitrik ve hidroklorik asitler mine içerisine zayıf organik asitlerin penetre

olabildiği gibi penetre olamadığından ve sadece yüzeyde madde kaybına neden olan bir demineralizasyon sağladıklarından bu modelleme yönteminde kullanılamazlar. Solüsyonun pH derecesinin 4,5-5,0 arasında olması gerekmektedir ve solüsyonun jel halinde olmasının en önemli nedenlerinden birisi içerisinde bulundukları kalsiyum ve fosfat iyonlarını bir anda hızlı şekilde demineralize alan içerisinde bırakmamalarıdır ki bu durumun remineralizasyon sürecini yavaşlattığı bildirilmektedir.^{199, 200}

2.7.2. Bakteriler Tarafından Üretilen Asitlerin Kullanıldığı In-Vitro Demineralizasyon Modeli

Bu yöntemde dişler mine veya diş köklerinde pencereler hazırlanarak, *S. mutans* gibi bakterilerden oluşturulan bir ortama konulmaktadır. İnkübasyon öncesi ısıl değişim işlemi de yapılabilmektedir. Ortamdaki kalsiyum, fosfat ve florür iyon seviyelerinin kontrol altında tutulamaması ve pH değerinin kontrolsüz şekilde düşüşü bu yöntemin dezavantajlarıdır.²⁰¹

2.7.3. Ph Siklus Modelinin Kullanıldığı İn Vitro Demineralizasyon/ Remineralizasyon Modelleri

İn-vitro pH siklus modeli, lokal çözünme fazının apatit mineral fazı ile aşırı doymuş olması nedeniyle demineralize minenin tamirinin gerçekleştiği (remineralizasyon) veya lokal çözünme fazının apatit mineral fazıyla doymamış olduğu asidik koşullarda mine kristallerinin çözünmesinin gerçekleştiği (demineralizasyon) in-vivo şartları taklit edebilmek amacıyla oluşturulmuştur. İn-vivo şartlarda demineralizasyon ve remineralizasyon süreçleri gün içerisinde ard arda gerçekleşmektedir. Genellikle in-vitro pH değişim deneyleri, mine örneklerini her gün yaklaşık 6 saat süreyle demineralizasyona 24 saatlik sürenin geriye kalan kısmında ise remineralizasyona tabi tutmak üzere tasarlanmaktadır.²⁰²

Dental materyalin ya da ürünün içerisindeki florürün etkinliğinin test edildiği çalışmalarda pH siklus modeli başarılı ve güvenilir sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu modellemede simultane olarak demineralizasyon hakkındaki net sonuçlar ve remineralizasyon hakkındaki tüm gelişmeler elde edilebilmektedir. Solüsyonlar düzenli olarak yenilenmekte ve solüsyon içeriklerinin kontrolsüz bir şekilde azalmasının ve sonuçlara yanlış etki etmesinin önüne geçilebilmektedir.²⁰³ Bu yöntemin demineralizasyon fazında, 4,3 gibi düşük pH derecesinde asetik asit, kalsiyum ve fosfat içeren asit tamponları kullanılmaktadır. Florür seviyesinin düşük tutulması gerekmektedir. Remineralizasyon solüsyonu içerisinde yer alan kalsiyum ve fosfat iyonları, doğal tükürükte bulunan seviyede tutulmalıdır. Örnekler, çalışmanın amaçları ve planlamasına uygun şekilde belirli bir süre demineralizasyon solüsyonunda tutulur, belirli zamanlarda solüsyonlar yenilenir ve farklı iki solüsyon arasında belirli aralıklarla solüsyona daldırma işlemi tekrarlanır.^{204, 205} Bu yöntemin florür salan materyallerin etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalar için uygun bir yöntem olduğu ancak antibakteriyel ajanlarının etkinliğinin değerlendirilmesi için uygun bir yöntem olmadığı bildirilmiştir.²⁰⁵

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

2.8.1. Mikrosertlik Analizi

Mikrosertlik, sert dokuların mineral içeriğini analiz etmede kullanılan başarılı bir yöntemdir. Mikrosertlik ölçme cihazı, elmas bir uç ile ışık mikroskobu altında cisimlerin yüzeylerine belirli ağırlıkların belirli sürelerde uygulanmasıyla yüzeyler üzerinde izler oluşturulması ve bu izlerin derinliklerinin değerlendirilmesi ile test edilen cismin sertlik değerinin belirlenmesi şeklinde çalışan bir cihazdır.²⁰⁶

Cihazın ucuna takılı olan elmas uçlu iğne örneğin içine belirli oranda kuvvet uygulayarak gömülür. Elmas ucun lezyonun farklı bölgelerinden elde ettiği penetrasyon derinlikleri ölçülür ve 'Vickers veya Knoop' sertlik değeri olarak kaydedilir. Daha sonra bu değerler sağlam mine yüzeyine ait değerler ile karşılaştırılır. 'Knoop veya Vickers' sertlik değerinin karekökü alınarak minenin mineral içeriğinin lineer ilişkisi hesaplanır.²⁰⁶ Temel olarak iki çeşit mikrosertlik ölçme şekli vardır. Bu yöntemler arasındaki fark, aygıtların iz oluşturmaya yarayan uçlarının şekilleridir. Bunlardan ilki olan Vickers 1925 yılında İngiltere'de geliştirilmiştir. Bu yöntemde baskı elemanı olarak tepe açısı 136° olan elmas kare piramit kullanılır. Malzemeye bastırılan piramit ucun bıraktığı dörtgen izin köşegenleri ölçülerek hesaplanan ortalama köşegen uzunluğu formülde yerine konularak sertlik değerleri belirlenir. Mikrosertlik ölçümleri için kullanılan diğer bir yöntem ise, 1939 yılında National Bureau Standardı (ABD) tarafından geliştirilen Knoop'tur. Knoop ucu, aynı yük kullanılarak yapılan Vickers sertlik ölçümleri ile karşılaştırıldığında daha derin izler bırakmaktadır.^{207, 208}

Mikrosertlik ölçümleri ile minedeki mineral miktarının kalitatif olarak hesaplanması ve elde edilen veriler ışığında demineralizasyon ve remineralizasyonun belirlenmesi sağlanabilmektedir.²⁰⁹ Ayrıca başlangıç mine lezyonunun tedavisinde kullanılan yöntemlerin etkinliğinin araştırıldığı çalışmalarda da mikrosertlik analizi sıklıkla tercih edilen yöntemlerden birisidir.²¹⁰ Minede mikrosertlik ölçümü mine dış yüzeyine dik olarak veya mineden alınan enine kesitlerde dış yüzeye paralel olacak biçimde minenin daha alt katlarına doğru inilerek yapılabilmektedir.¹⁹⁰

2.8.2. Yüzey Pürüzlülüğü Analizi

Dış 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.²¹¹ Çalışma prensibi olarak incelenecek alan taranarak pseudo üç boyutlu bir görüntü oluşturulur.²¹² Ancak yüzey topografisini tanımlamada sınırlı bir alan incelenmiş olur. Elektronların yansımasıyla 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.²¹³

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.²¹⁴

Yüzey profilini incelemede ve pürüzlülüğü ölçümlemede temaslı ve temassız profilometreler en yaygın kullanılan diğer yöntemlerdir.²¹³ Temaslı profilometre cihazı incelenecek örneğin yüzeyini bir uç ile temassız profilometreler ise lazer ışığı ile tarayarak pürüzlülük ve topografi hakkında bilgi verir.²¹⁵ Temaslı profilometre cihazı yüzey pürüzlülüğü ile ilgili değerleri rakamsal olarak verebilmektedir. Bu değerlerden R_a belirli bir ölçüm mesafesinde, tüm yüzey düzensizliklerinin (yükseklik ve derinliklerinin) mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasını ifade etmektedir. R_{max} , belirli mesafedeki en yüksek ve en derin noktalar arası mesafeyi; R_z ise, bu mesafedeki birbirini izleyen 5 maksimum yükseklik ve derinliğin ortalamasını

ifade etmektedir. Yüzey pürüzlülüğü çoğunlukla aritmetik ortalama pürüzlülük (R_a) olarak ifade edilir.²¹⁶

2.8.3. 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.²¹⁷ 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 verir.²¹⁸ Spektrofotometre cihazıyla her örnek için renk ölçülmesi CIE $L^*a^*b^*$ (Commission Internationale de L'Eclairage) renk sistemine göre yapılmaktadır. 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. İki renk arasındaki renk farklılığını belirlemede

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

$$\Delta E^*_{ab} = ([L2^* - L1^*]^2 + [a2^* - a1^*]^2 + [b2^* - b1^*]^2)^{1/2}$$

$L1^*$, $a1^*$, $b1^*$ test öncesi ilk renk değerleri, $L2^*$, $a2^*$, $b2^*$ ise test sonrası renk değerleridir. Renk farklılığı (ΔE^*_{ab}), üç boyutlu renk uzayındaki iki nokta arasındaki farklılığın yönü ve büyüklüğünün matematiksel olarak hesaplanmasıdır. Elde edilen veriler üzerinden istatistiksel analizler yapılır.



3. MATERYAL METOT

Çalışmamız Atatürk Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi A.D. ve Protetik Diş Tedavisi A.D laboratuvarlarında yürütüldü. Araştırmamız için gerekli etik kurul onayı Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Etik Kurul Başkanı'ndan alındı. (03/2015-18)

3.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Bu çalışmada, son 6 ay içerisinde periodontal nedenlerle çekilmiş, çürüksüz ve kron kısmında herhangi bir defekt içermeyen 60 adet insan üst santral kesici diş kullanıldı. Dişler üzerindeki yumuşak doku eklemleri dikkatlice uzaklaştırılıp, florid içermeyen bir pomza ile temizlendi. Dişler biriktirme süresi boyunca dezenfeksiyon amacı ile %10'luk formol solusyonunda bekletildi. Dişlerin üzerindeki diştaşı, eklemler ve doku artıkları el aletleri ile uzaklaştırıldı ve dişler deney süresince her hafta tazelenen distile suda bekletildi.

Diş örnekleri lazer floresans cihazı (Diagnodent PEN®, KaVo, Zürih) ile ölçümleri yapılarak sağlam skoru alınanlar (0-13) çalışmaya dahil edildi. Bu ölçüm için diş yüzeyinde oluşturulan 4x4 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 yapılabilirdi. 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 rğn göstermektedir.



Şekil 3.1. DİAGNODent Pen cihazı

DİAGNODent Pen cihazında sağlam skoru alan dişler çalışmaya dahil edildi.

Her grupta 12 diş olacak Şekilde gruplar oluşturuldu.

- 1.grup: Kontrol grubu (K)
- 2.grup: Florür içerikli macun grubu (FM)
- 3.grup: Sodyum florür jel grubu (FJ)
- 4.grup: Toothmouse grubu(TM)
- 5.grup: ICON grubu olarak oluşturuldu(I)

Bütün dişlerin kök kısımları, mine-sement sınırından su soğutması altında ve düşük hızda çalışan kesme cihazı (Isomet® Low Speed Saw, Buehler®, Illinois, ABD) ile kesilerek uzaklaştırıldı.



Şekil 3.2. İsoMet Cihazı



Şekil 3.3. İset Cihazı Bıçağı

Dişler, preparasyon öncesinde, mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü cihazına yerleştirmede standardizasyonu sağlayan silindir plastik kalıplara preparasyon yapılacak yüzeyleri cam yüzeyine gelecek şekilde, cam üzerine bonding ajan ile sabitlendi ve üzerlerine plastik kalıp yerleştirildi. Dişlerin cam yüzeyinden temasının kaybolmaması ve sabitlenmesi amacıyla ilk aşamada az miktarda soğuk akrilik kalıpların içine konuldu. Örneklerin sabitlendiğinden emin olunduktan sonra, kalıbın kalan kısmı soğuk şeffaf akrilik ile dolduruldu. Bu yöntemle tüm diş kesitlerinin akrilik yüzeyleri ile aynı seviyede olması sağlandı. Akriliğin polimerizasyonunun tamamlanmasının ardından plastik kalıplar cam yüzeyinden uzaklaştırıldı.

3.2. Dişlerin Preparasyonu

Dişlerin fasiyal yüzeyine ilk olarak derinlik belirleyici başlangıç frezleri ile 0.5 mm derinliğinde oluklar oluşturuldu. Oluşturulan olukların en derini kurşun kalemle işaretlendi. Akrilik kalıp içerisindeki dişlerin fasiyal yüzeyindeki preparasyon 320, 600 ve 1200 gritlik alüminyum oksitli (Al_2O_3) abraziv kâğıt diskler kullanılarak diş

yüzeyindeki işaretlerin ilk kaybolduğu yere kadar olacak şekilde zımparalandı. Zımparalama esnasında zımparalama yönü değiştirilerek bir önceki zımparanın sebep olduğu izler ortadan kaldırıldı ve eşit miktarda cilalama yapılabilirdi. Zımparalama ve cilalama işlemleri sonucunda her örnekte düz bir yüzey elde edildi ve pürüzsüz yüzeyin elde edilemediği durumlarda zımparalama işlemi tekrarlandı. Cilalama sonrasında örnekler su ile yıkanıp kurutuldu.



Şekil 3.4. Örneklerin akrile gömüldükten sonraki görünümü

3.3. Dişlerin Ölçümlerinin Yapılması

Mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi analizi için kullanılacak dişlerde yapay çürüğün dişin orta üçlüsünde oluşturulması için pencere metodu kullanıldı. Dişlerin bukkal yüzeylerinde etiketle 4x4 mm'lik dikdörtgen bir pencere bırakılarak diğer tüm yüzeyler asitten etkilenmeyen bir tırnak cilası ile iki kat kaplandı. Sağlıklı olarak seçilen 60 örneğin bukkal yüzeylerine yapıştırılan 4x4mm'lik etiketler çıkarılarak örneklerin başlangıç renk, yüzey pürüzlülüğü mikrosertlik değerleri belirlendi.

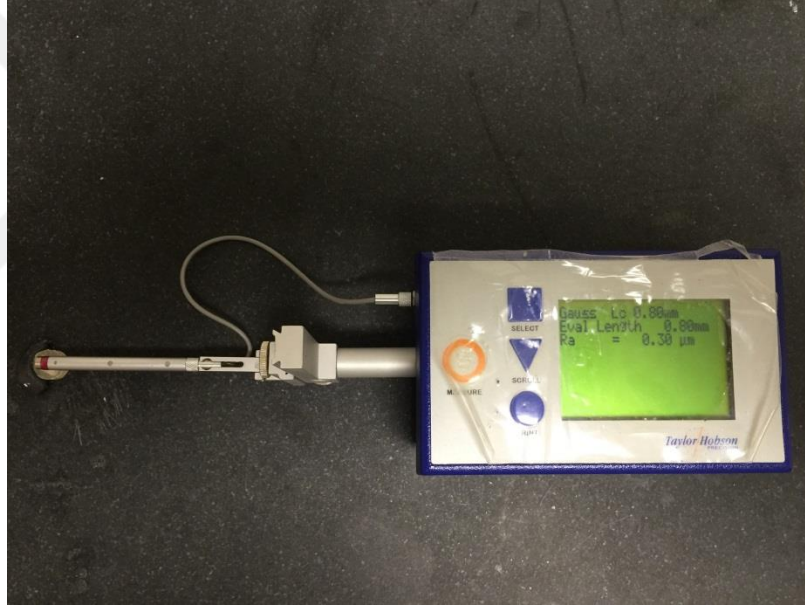
Başlangıç renk değerleri Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda bulunan spektrofotometre cihazı (Spectro Shade™ MICRO; MHT Optic Research AG, Milan, İtalya) ile ölçüldü. Renk ölçümleri öncesinde, cihazın kalibrasyonu üretici firma talimatları doğrultusunda beyaz ve yeşil kalibrasyon plakası kullanılarak yapıldı.

Renk analizi testi 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 ve materyal uygulandıktan sonra- başlangıç mine lezyonu renk analizi farkları ΔE değeri olarak hesaplanarak birbiriyle karşılaştırıldı.



Şekil 3.5. Spektrofotometre cihazı

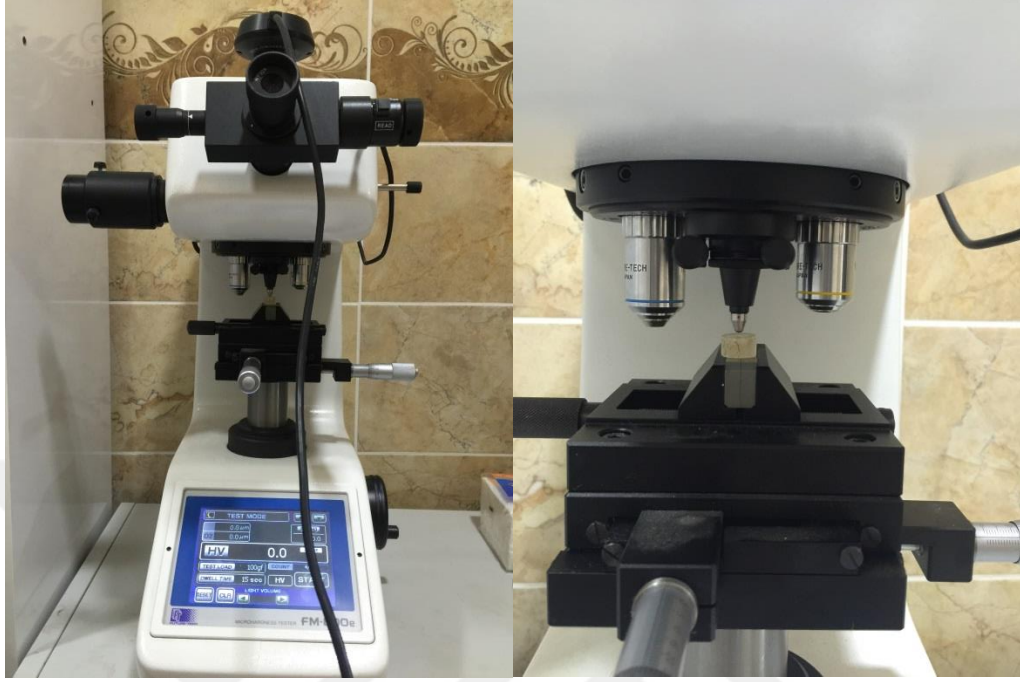
Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda bulunan yüzey profilometresi (Subtronic 25; Taylor Habson, Leicester, B.K) kullanılarak ortalama pürüzlülük değeri (Ra) ile tanımlandı. Kullandığımız profilometre cihazının X eksenli ölçüm aralığı 0,8 mm ve Z eksenli hareketi 350 µm'dir. Ölçüm hızı 0,5mm / sn'dir. Örneklerin merkezinde olacak şekilde 3 farklı ölçüm yapılarak Ra 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 olmak üzere 3 kez ölçüm yapıldı.



Şekil 3.6. Profilometre cihazı

Mikrosertlik değerleri Mikrosertlik analizi, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda bulunan ucunda Vickers ucu bulunan Fm800e(Tokyo/Japan) mikrosertlik analiz cihazı ile yapıldı. Mikrosertlik ölçüm cihazı üzerindeki tablaya alt ve üst yüzeyi birbirine paralel hazırlanan diş kesit örnekleri, yukarıya bakacak şekilde yerleştirildi. Vickers elmas ucunun oluşturduğu çentiğin diagonal uzunluğu cihazın üzerinde yer alan mikroskoptaki ölçüm sistemi

aracılığıyla saptandı. Vikers sertlik değeri, aygıt üzerinde bulunan hesaplama cihazı ile otomatik olarak hesaplandı.



Şekil 3.7. Vikers Mikrosertlik Cihazı

3.4. Başlangıç Mine Lezyonlarının Oluşturulması

Çalışmamızda dişler üzerinde başlangıç mine lezyonu oluşturmak için kullanılan demineralizasyon solusyonu Yang ve arkadaşlarının²¹⁹ önerdiği şekilde Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Biyokimya Anabilim Dalı'nda hazırlatıldı.

Demineralizasyon solüsyonu:

0,075 mol l⁻¹ buzlu asetik asit

0,002 mol l⁻¹ Ca (CaCl₂'den)

0,002 mol l⁻¹ P (KH₂PO₄'den) içermekte olup, pH' ı 4.6'ya ayarlandı.²¹⁹

Ayrıca deney gruplarının deneyler sırasında bekleme solüsyonu olarak ağız ortamını taklit etmesi amacıyla Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Biyokimya Anabilim Dalı'na yapay tükürük solüsyonu hazırlatıldı.²²⁰

Başlangıç mine çürüklerinin oluşturulması için diş örnekleri araştırmacıların önerdiği demineralizasyon solusyonunda 37⁰C'de, DIAGNODent PEN® ile dişlerde yapılan ölçümlerde oluşturulan başlangıç mine lezyonu 14-20 arası skorlar elde edilene kadar bekletildi. Örneklerin standizasyonunun daha iyi sağlanması amacıyla skorlar 18-20 aralığına daraltıldı. Diş üzerindeki birikintilerin uzaklaştırılması amacıyla demineralizasyon solusyonu hergün değiştirilerek diş örneklerinin bekletildiği kaplar gün içerisinde çalkalandı.



Şekil 3.8. DIAGNODent Pen Cihazıyla yapılan ölçüm görüntüsü

Demineralizasyon solusyonundan çıkarılan yapay başlangıç mine lezyonu oluşturulmuş diş örnekleri distile su ile yıkandıktan sonra ikinci ölçümler yapıldı. Renk analizi testi mikrosertlik ve mikropürüzlülük testi tekrarlanıp elde edilen veriler kaydedildi. Sonrasında örnekler deney materyalleri uygulanana kadar yapay tükürük içerisinde nemli ortamda muhafaza edildi.



Şekil 3.9. Demineralizasyon solüsyonundan çıkarılmış dişlerin görünümü

3.5. Deney Materyallerinin Uygulanması

Çalışmamızda kullanılan materyaller Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan deney materyalleri

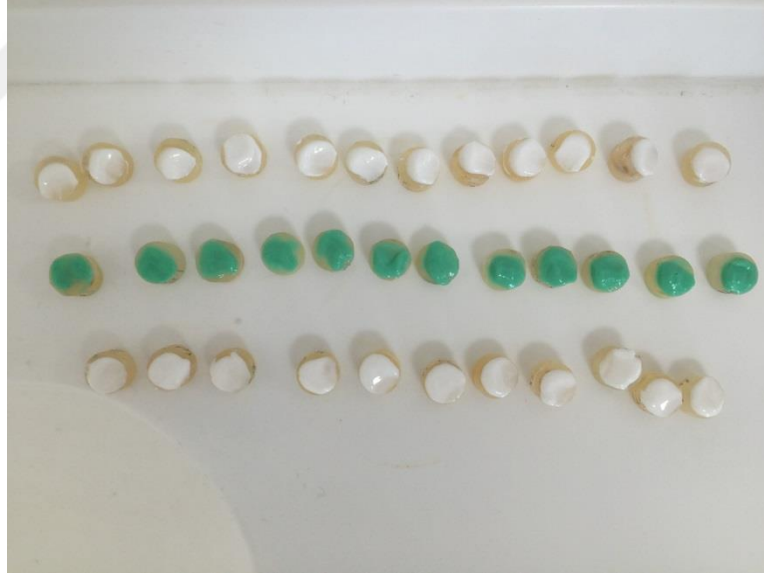
Deney materyali	Tipi	Üretici firma	İçeriği
Colgate total 12®	Diş macunu	Colgate-Palmolive	Su, hidrate silika, sodyum laury sülfat, sodyum hidroksit, Sodyum florid(0.32%), triklosan, Sodyum sakkarin, titanyum dioksit
Prudent NaF jel	NaF jel preparatı	Turan Uysal Ltd.Şti.	Sodyum Florür
Toothmouse®	Remineralizasyon patı	GC, Tokyo, Japonya	Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat
Icon®	Rezin infiltrant	DMG, Hamburg, Almanya	Metakrilat içerikli rezin matriks, aktivatör, katkı maddeleri

1. Kontrol grubu (K grubu): Yapay çürük oluşturulduktan sonra bu gruptaki dişler hiçbir işlem uygulamadan yapay tükürük içinde bekletildi.
2. Florür içerikli macun grubu (FM grubu): Örneklerin yüzeyine 3 hafta boyunca 2 dakika florür içerikli macun (Colgate Total 12; Colgate-Palmolive,

NewYork, ABD) aplikatör yardımıyla uygulandı. Sonrasında basınçlı su ile yıkanıp yüzeyden macun uzaklaştırıldı. Deney süresince yapay tükürükte bekletildi.

3. Sodyum florür jel grubu (FJ grubu): Örneklerin yüzeylerine 3 hafta boyunca 4 dakika boyunca sodyum florid jeli (Prudent) uygulandı. Sonrasında basınçlı su ile yıkanıp jel uzaklaştırıldı. Örnekler yapay tükürük içinde testler yapılana kadar bekletildi.

4. CPP-ACP içerikli pat grubu (TM grubu) : Örneklerin yüzeylerine 3 hafta boyunca 3 dakika boyunca kazein fosfopeptidli pat (Toothmouse®; GC, Tokyo, Japonya) uygulandı. Sonrasında basınçlı su ile yıkanıp jel uzaklaştırıldı. Örnekler yapay tükürük içinde testler yapılana kadar bekletildi.



Şekil 3.10. Materyallerin gruplara uygulanmış görünümü

5. Düşük viskoziteli rezin (ICON) grubu (I grubu) : 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.



Şekil 3.11. Icon materyali



Şekil 3.12. Icon materyalinin örnekler üzerine uygulanmış görünümü

Deney materyalleri uygulandıktan sonra örnekler testler yapıłana kadar yapay tükürük içerisinde bekletildi. Sonrasında 3. Mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümleri yapılarak veriler kaydedildi. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak analiz edildi.

3.6. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS 20.0 paket programı ile analiz edildi. Her bir verinin alt gruplardaki dağılımının normalite kontrolü Kolmogorov-Smirnov Testi kullanılarak yapıldı. Mikrosertlik, pürüzlülük değerlerinin farklı zamanlardaki (başlangıç, demineralizasyon sonrası ve materyal uygulandıktan sonra) ve renk değişimlerinin farklı zamanlardaki ($\Delta E1$, $\Delta E2$, $\Delta E3$) ölçümlerinin ve her bir zaman diliminde kaydedilen değerlerin gruplar arasında karşılaştırılması için tekrarlayan ölçümlerde çift yönlü varyans analizi ve LSD Post-hoc testi yapıldı. Ayrıca uygulanan materyalin etkisinin değerlendirmek için mikrosertlik ve pürüzlülük ölçümlerinde farkların analizi için tek yönlü Anova ve LSD post-Hoc testi yapıldı. mikrosertlik ölçümlerinin farkları analizi testinde $p < 0,001$ anlamlı kabul edildi. Onun dışındaki bütün analizlerde $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmamızın sonuçları mikrosertlik ve pürüzlülük ve renk olmak üzere 3 ana başlıkta sunuldu.

4.1. Mikrosertlik Analizine Ait Bulgular

Çalışmamızda aynı diş örneği üzerinde; sağlam mine yüzeyi, yapay olarak oluşturulan başlangıç mine lezyonu ve materyaller uygulandıktan sonra MS(yüzey mikrosertlik değerleri) ölçülmüştür. Elde edilen veriler Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Yüzey mikrosertlik değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması

Gruplara göre	Sağlam mine yüzeyi	Başlangıç mine lezyonu	Materyal uygulandıktan sonra	p-değeri
Kontrol	355,34±38,07 ^{a/A}	75,91±11,65 ^{a/B}	83,08±13,99 ^{a/B}	<0,05
Florlu macun	342,17±30,73 ^{a/A}	74,10±10,77 ^{a/B}	78,74±10,27 ^{ab/B}	<0,05
Flor jel	334,00±17,26 ^{a/A}	73,92±17,26 ^{a/B}	78,60±12,32 ^{ab/B}	<0,05
Toothmouse	352,12±30,45 ^{a/A}	76,21±8,88 ^{a/B}	70,39±9,51 ^{b/B}	<0,05
ICON	342,78±40,86 ^{a/A}	78,97±9,45 ^{a/B}	166,86±24,60 ^{c/C}	<0,05
Toplam	345,28±32,28	75,82±10,40	95,53±39,04	

Aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir (p<0,05). Aynı satırdaki farklı büyük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir. (p<0,05).

Tablo 4.2 Yüzey mikrosertlik değerlerinin farklarının karşılaştırılması

Gruplar	Başlangıç mine lezyonu (Önce)	Materyaller uygulandıktan sonra (Sonra)	Farklar	P değeri
Kontrol	75,91±11,65	83,08±13,99	7,17±12,28 ^a	<0,001
Florlu macun	74,10±10,77	78,74±10,27	4,63±6,37 ^a	<0,001
Flor jel	73,92±17,26	78,60±12,32	4,67±8,89 ^a	<0,001
Toothmouse	76,21±8,88	70,39±9,51	-5,81±8,94 ^b	<0,001
Icon	78,97±9,45	166,86±24,60	87,88±24,8 ^c	<0,001

Aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir (p<0,001).

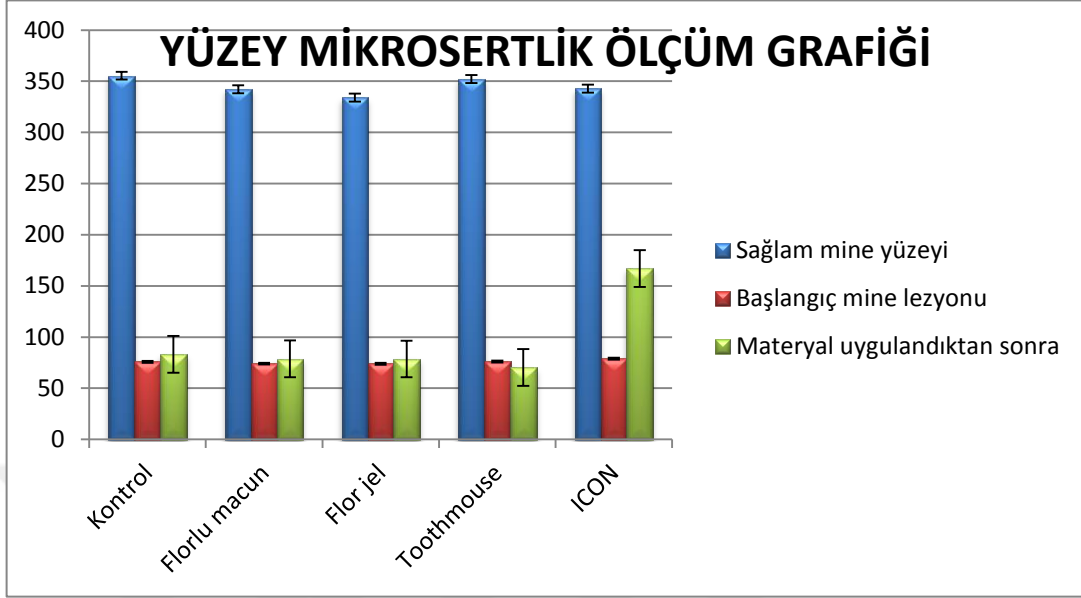
Sağlam mine yüzeylerinden elde edilen başlangıç mikrosertlik değerleri ve başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra elde edilen mikrosertlik değerleri analiz edildiğinde gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür($p>0.05$). (Tablo 4.1)

Materyaller uygulandıktan sonraki yüzey mikrosertlik değerleri incelendiğinde büyükten küçüğe doğru sırasıyla I, K, FM, FJ ve TM grupları şeklindedir. I grubunun ortalama MS değeri diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulunmuştur. ($p<0.05$) TM ve K grubunun MS değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). TM ve diğer gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir($p>0.05$). (Tablo 4.1)

Uygulanan materyallerin minenin mikrosertlik değerlerine etkilerini değerlendirmek amacıyla materyaller uygulandıktan sonra edilen mikrosertlik değerleri ile başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra alınan mikrosertlik değerleri arasındaki fark hesaplandı. Bu sonuçlara göre K, FM, FJ, ve Icon grupları MS değerlerini arttırırken TM grubu MS değerinde azalma gözlemlendi. Icon grubu mikrosertlik değerlerine diğer bütün gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha fazla etkiledi($p<0.001$). Bununla birlikte FM, FJ ve TM grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir($p>0.001$) (Tablo 4.2)

Aynı materyal grubundan farklı zamanlarda elde edilen MS değerleri karşılaştırıldığında; K, FM, FJ, TM gruplarında sağlam mine yüzeyinden başlangıç ölçümü (T1) ile başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra elde edilen MS değeri (T2) ve materyaller uygulandıktan sonra elde edilen MS değerleri (T3) arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0.05$) T2 ve T3 arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlendi($p>0.05$). Icon grubunda ise

bütün zamanlarda elde edilen MS değerleri birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklı olduğu bulundu ($p<0.05$).



Şekil 4.1. Yüzey Mikrosertlik Ölçüm Grafiği

4.2. Yüzey Pürüzlülüğü İle İlgili Bulgular

Çalışmamızda aynı diş örneği üzerinde; sağlam mine yüzeyi, yapay olarak oluşturulan başlangıç mine lezyonu ve materyaller uygulandıktan sonra yüzey pürüzlülük değerleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Yüzey pürüzlülük değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması

Gruplar	Sağlam mine yüzeyi	Başlangıç mine lezyonu	Materyal uygulandıktan sonra	p-değeri
Kontrol	0,21±0,07 ^{a/A}	1,94±0,40 ^{a/B}	1,53±0,31 ^{ac/C}	<0,05
Florlu macun	0,19±0,04 ^{a/A}	2,43±0,83 ^{b/B}	2,07±0,71 ^{b/C}	<0,05
Flor jel	0,18±0,06 ^{a/A}	1,90±0,45 ^{a/B}	1,34±0,32 ^{c/C}	<0,05
Toothmouse	0,20±0,07 ^{a/A}	2,02±0,43 ^{a,b/B}	1,80±0,33 ^{ab/C}	<0,05
ICON	0,19±0,06 ^{a/A}	2,02±0,33 ^{a,b/B}	1,71±0,37 ^{ab/C}	<0,05
Toplam	0,19±0,06	2,06±0,54	1,69±0,49	

Aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir ($p<0,05$). Aynı satırdaki farklı büyük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir ($p<0,05$).

Tablo 4.4. Yüzey pürüzlülük değerlerinin farklarının karşılaştırılması

Gruplar	Başlangıç mine lezyonu	fa	Farklar	P değeri
Kontrol	1,94±0,40	1,53±0,31	-0,40±0,33 ^{ab}	<0,05
Florlu macun	2,43±0,83	2,07±0,71	-0,36±0,23 ^{ab}	<0,05
Flor Jel	1,90±0,45	1,34±0,32	-0,56±0,46 ^a	<0,05
Toothmouse	2,02±0,43	1,80±0,33	-0,21±0,44 ^b	<0,05
Icon	2,02±0,33	1,71±0,37	-0,37±0,10 ^{ab}	<0,05

Aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir ($p < 0,05$).

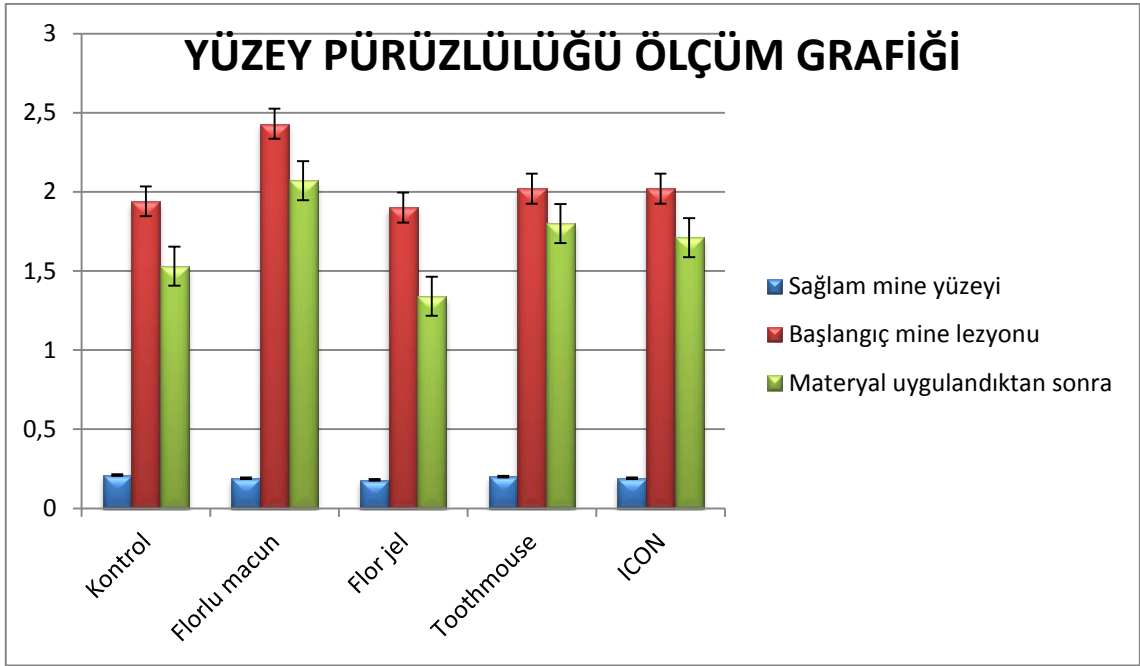
Sağlam mine yüzeylerinden elde edilen başlangıç pürüzlülük değerleri ve başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra elde edilen pürüzlülük değerleri analiz edildiğinde gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü ($p > 0,05$). (Tablo 4.3)

Materyaller uygulandıktan sonraki yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde değerler büyükten küçüğe doğru sırasıyla FM, TM, Icon, K ve FJ şeklinde bulundu. En yüksek pürüzlülük değerini sergileyen FM grubu ile TM ve I grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). FJ grubunun ise bütün gruplardan anlamlı derecede düşük pürüzlülük değeri sergilediği bulundu ($p < 0,05$). Diğer grupların ikili karşılaştırma verileri Tablo 4.3’de verilmiştir.

Uygulanan materyallerin minenin yüzey pürüzlülük değerlerine etkilerini değerlendirmek amacıyla materyaller uygulandıktan sonra edilen pürüzlülük değerleri ile başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra alınan pürüzlülük değerleri arasındaki farkın değerlendirilmesine göre; bütün gruplarda pürüzlülük değerlerini azaldığı gözlemlendi. Ancak FJ ve TM ($p < 0,05$) grupları hariç diğer bütün gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0,05$) (Tablo 4.4)

Aynı materyal grubundan farklı zamanlarda elde edilen pürüzlülük değerleri karşılaştırıldığında bütün grupların T1, T2 ve T3 değerleri arasındaki farklılıklar

istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p < 0.05$). (Tablo 4.3). Bu da her materyal için başlangıç çürüğü oluşturulduktan sonraki pürüzlülüğün sağlam mine yüzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede değiştiği ve materyal uygulandıktan sonraki pürüzlülüğün de hem başlangıç çürüğü oluşturulduktan sonraki pürüzlülüğe ve sağlam mine yüzeyinin pürüzlülüğüne göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklı olduğunu gösterir ($p < 0.05$).



Şekil 4.2. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Grafiği

4.3. Renk Analizi İle İlgili Bulgular

Çalışmamızda, aynı diş örnekleri üzerinde; başlangıçta sağlam mine yüzeyinden, yapay çürük oluşturulduktan sonra ve materyaller uygulandıktan sonra olmak üzere 3 farklı zamanda L, a ve b değerleri ölçülmüştür. Sonrasında bu veriler kullanılarak, renk değişimi analizi amacıyla ΔE değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen veriler Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Renk farkı değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması

Gruplar	$\Delta E1$ (başlangıç çürük lezyonu-sağlam mine)	$\Delta E2$ (materyal uyg sonrası-başlangıç çürük lezyonu)	$\Delta E3$ (materyal uyg sonrası-sağlam mine)	p-değeri
Kontrol	22,02±3,38 ^{a/A}	5,02±3,27 ^{a/B}	17,60±3,56 ^{a/C}	<0,05
Florlu macun	20,94±3,68 ^{a/A}	4,53±3,56 ^{a/B}	16,64±3,73 ^{a/C}	<0,05
Flor jel	20,65±3,50 ^{a/A}	9,13±1,20 ^{b/B}	12,37±4,29 ^{b/C}	<0,05
Toothmouse	20,87±4,58 ^{a/A}	6,10±2,43 ^{a/B}	15,11±5,00 ^{a,b/C}	<0,05
ICON	16,84±2,82 ^{b/A}	16,85±3,07 ^{c/A}	2,12±1,15 ^{c/B}	<0,05
Toplam	20,26±3,94	8,33±5,34	12,77±6,73	

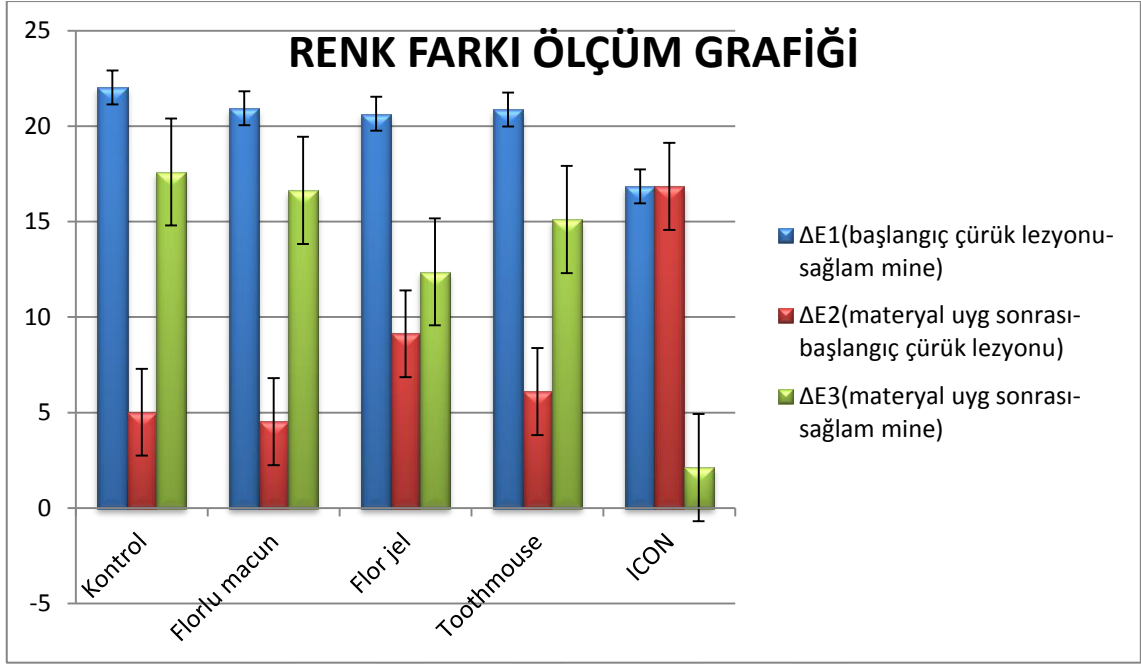
Aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir (p<0,05). Aynı satırdaki farklı büyük harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir(p<0,05).

Başlangıç çürük lezyonu sonrası ve sağlam mine yüzeyleri arasındaki renk farkı ($\Delta E1$) analizinden elde edilen verilere göre en yüksek ΔE değeri K grubunda en düşük değer ise I grubunda gözlenmiştir. Bütün gruplarda meydana gelen ortalama renk değişimi klinik olarak kabul edilebilir seviye olan 3,7²²¹ değerinden yüksek bulundu. I grubu hariç(p<0.05) diğer tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi(p>0.05).

Materyaller uygulandıktan sonraki renk ölçümü ve başlangıç çürük lezyonu oluşturulduktan sonraki renk ölçümü arasındaki fark ($\Delta E2$) analiz edildiğinde; diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde en yüksek değişimi I grubunda gözlendi(p<0.001). FJ grubu ise I grubundan sonra ikinci en yüksek değişimi sergilediği görüldü. FM grubu en düşük ortalama $\Delta E2$ değeri göstermiş olsa da K ve TM grupları ile arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulundu(p>0,05).

Materyaller uygulandıktan sonraki renk ölçümü ve sağlam mine yüzeylerinden alınan başlangıç renk ölçümü arasındaki fark ($\Delta E3$) analiz edildiğinde; en yüksek değişim K grubunda gözlendi ancak K grubundaki değişim ile FM ve TM grupları arasındaki renk farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı(p>0,05). I grubu ise diğer

gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde en düşük ΔE değerini sergiledi($p<0.001$)



Şekil 4.3. Renk Farkı Ölçüm Grafiği

5. TARTIŞMA

Başlangıç çürük lezyonları mine dokusuyla sınırlı, yüzeyel yapısı sağlıklı mineden daha porözlü, lezyon gövdesinde mineral kaybıyla karakterize alanlardır.²²² Bu lezyonların erken aşamada tespit edilmesi ve durdurulmasıyla dişte oluşabilecek madde kaybının ve daha maliyetli tedavilerin engellenmesi amacıyla koruyucu diş hekimliği tarafından günümüze kadar başlangıç çürük lezyonlarının tedavisi konusunda birçok farklı yöntemin etkinliği araştırılmıştır.¹⁰⁹ Özellikle son yıllarda bu alanda çok sayıda çalışma yapılmakta ve yeni gelişmeler gözlenmektedir.

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.²²³ Son yıllarda başlangıç aşamasındaki mine çürüklerinin tedavisinde düşük viskoziteli rezinle infiltrasyon tedavisi gündeme gelmiştir.²²⁴ Bu çalışmada da modern tanı ve analiz yöntemleri kullanılarak, günümüzde kullanılan çeşitli remineralizasyon materyallerinin etkinliklerinin güncel bir materyal olan Icon® ile karşılaştırılması ve bu yolla koruyucu diş hekimliğine katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

Son yıllarda Icon®'un başlangıç mine lezyonu üzerine etkisiyle ilgili *in vivo*^{7, 8} *in situ*¹⁹¹ ve *in vitro*⁴⁻⁶ koşullarda yürütülen çalışmalar bulunmaktadır. *In vivo* ve *in situ* çalışmalarda ağız ortamındaki birçok etken, deneyin gidişatı ve güvenilirliğini etkileyerek başarısızlığa neden olmaktadır. Bu başarısızlığa neden olan değişkenlerin ayrıt edilebilmesi *in vivo* ve *in situ* şartlarda zordur.²²⁵ *In-vitro* çalışmalarda ise ağız ortamındaki koşulların mümkün olduğunca taklit edilmesine ve sonucu etkileyecek değişkenlerin en aza indirgenmesine çalışılmaktadır. *In-vitro* çalışmalarda tek bir değişkenin etkisinin değerlendirilebilmesi, kullanılan testlerin kolay uygulanabilmesi ve

ucuz olması gibi avantajları nedeniyle²²⁵ çalışmamızda kullanılan deney materyallerinin başlangıç mine lezyonları üzerine etkileri in vitro koşullarda değerlendirilmiştir.

Çalışmalarda başlangıç çürüğünün tedavisi ile ilgili çalışmalarda oluşturulacak örnekler için değişik diş gruplarının kullanıldığı ve sıklıkla dana dişi kullanıldığı görülmüştür.^{4, 6, 180, 224} Dana dişlerinin deneylerde kullanımında ulaşılabilirliğinin kolay olması, diş boyutunun geniş olması, çalışma örneklerinin hazırlanması için oldukça uygun olması, minesinin kimyasal yapısı ve oluşturulan yapay lezyon formasyonunun insan minesine oldukça benzemesi gibi avantajları vardır. Ancak dana dişleri mine yüzeyi insan minesine oranla daha poröz yapıda olması nedeniyle floridden zengin sert yüzey alanların zımparalanarak kaldırılması ile örneklerin standardizasyonu istendiğinde insan minesine oranla uygulanan demineralizasyon solusyonundan daha fazla etkilendiği bilinmektedir. Ayrıca bu poröz yapı nedeniyle deneyler sırasında yapısı değişmektedir.²²⁶ Bu nedenle çalışmamızda periodontal olarak çekilmiş çürük lezyonu bulunmayan insan üst santral dişleri kullanılmıştır. Üst santral diş kullanılmasının sebebi de vestibül yüzde daha düz bir mine alanı bulunması, örneklerin hazırlanması sırasında düz yüzey oluşturulabilmesinin daha kolay olması ve standardizasyonun daha iyi sağlanmasıdır.

Çeşitli materyallerin remineralizasyon etkinliğinin yapay çürük lezyonu oluşturularak incelendiği birçok in-vitro çalışma bulunmaktadır ve herbir deney grubu için en az 5 ve en fazla 10 dişin kullanıldığı görülmektedir.^{227, 228} Bu in-vitro çalışmada kullanılmak üzere periodontal sebeplerle çekilmiş toplam 60 adet insan üst santral kesici dişi toplandı. Her grupta 12 adet örnek olacak şekilde 5 grup oluşturuldu. Çalışmada kullanılan dişlerin mine yapısındaki mineral içeriklerinin farklılık gösterebileceği düşünülerek örnek sayısı gereğinden daha fazla tutuldu.

Yapılan in vitro çalışmalarda^{210, 229} olduğu gibi çekilen dişler, deney aşamalarında kullanıllana kadar 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 kimyasal yöntemler, bakteri kültürleri ve beslenme sistemleri gibi çeşitli metotlarla hazırlanabilmektedir.²³⁰ Kimyasal yöntemler; diş yüzeyindeki mineralin çözünme hızını artıran maddeleri içeren sistemler, jel sistemler, kalsiyum fosfat içeren tampon sistemleridir. İn-vitro ortamda oluşturulan yapay çürük lezyonları, ağız ortamında gelişen doğal çürük lezyonlarıyla tam olarak aynı özelliklere sahip değildir. Ancak oluşturulan yapay lezyonlar, genel olarak doğal lezyonlarla benzer özelliklere sahip olması, elde edilen verilerin üzerinde çalışılabilecek kalitede olması, tekrarlanabilir olması ve tek bir değişken özelliğine sahip olması yönüyle çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır.²³¹ Bu yöntemde kullanılacak asidik solusyonun demineralize edici etkisi solusyonun pH'sının yanı sıra kullanılan asidin tipi ve tamponlama kapasitesine de bağlı olarak değişmektedir.²³² 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. Yapay çürüğün mineral içeriği, derinliği, mekanik özellikleri uygulanan demineralizasyon prosedürüne bağlı olarak değişmektedir. Lezyon derinliği ve porözitesi mineral difüzyonunda önemli rol oynamakta, mineral içeriği de dişin sertliğini etkilemektedir.²³³ Yang ve ark.²¹⁹ yaptıkları çalışmada, yapay çürük lezyonu oluşturmak amacıyla örnekleri 2 gün süre ile 20 ml'lik demineralizasyon solüsyonu bulunan kaplarda tutmuşlardır. Bu çalışmada, pH'sı 4,3 olan ve 0,075 mol 1-1 buzlu asetik asit, 0,002 mol 1-1 Ca (CaCl₂'den gelen) ve 0,002 mol 1-1 P (KH₂PO₄'den gelen) içeren 20 ml olan

demineralizasyon solüsyonu kullanmışlardır. Bu çalışmada da örnekler, bu veriler ışığında asetik asit temelli olan bu solüsyon ile DiagnodentPen cihazıyla yapılan ölçümlerde başlangıç çürük lezyonu skoru (14-20) alana kadar 48 saat süre ile aynı miktar ve aynı içeriğe ve pH'ya sahip bir demineralizasyon solüsyonu bulunan kaplarda tutularak başlangıç çürük lezyonu elde edildi. Çalışmamızda örnek standardizasyonun daha doğru yapılması amacıyla 18-20 skoru arasında değer ölçülene kadar demineralizasyon yapıldı ve örneklerin DIAGNOdent Pen değerinin daha dar bir aralıkta olması sağlandı.

Başlangıç mine çürüklerinde yüzeysel tabaka nispeten daha sağlam olduğu için bu tür lezyonların gözle, sondla muayene ile ya da konvansiyonel yöntemlerle teşhisi oldukça zordur.²³⁴ Bu nedenle daha ileri teşhis yöntemleri gerekmektedir. Demineralizasyon tespitinde kullanılan dişlerden kesit alınması gibi invaziv yöntemler daha güvenilir sonuçlar vermektedir fakat deney sırasında olumsuzluklara neden olmaktadır.²³⁵ 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.²³⁶ 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.⁷³ Başlangıç mine lezyonun gözle görülebilmesi için lezyonun minede 200-300 µm kadar ilerlemiş olması gerekirken²³⁷ yapılan in vivo ve in vitro çalışmalarda düz yüzey çürük lezyonlarının DIAGNOdent ile en erken safhada tanımlanabildiği ve tekrarlanabilir ölçümler sunduğu gözlenmiştir.

Shi ve arkadaşlarının²³⁸ 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.

Reis ve arkadaşlarının²³⁹ DIAGNOdent'in in vivo ve in vitro koşullardaki performansının karşılaştırıldığı çalışmasında ise in vitro koşullardaki doğruluk oranının daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızın in vitro olmasının ölçümlerdeki yanılma payını azalttığı düşünülebilir. Novaes ve ark.²⁴⁰ arayüzde kavitasyon veya demineralizasyon görülen süt molar dişlerde, geleneksel radyografi, DIAGNOdent Pen ve görsel teknik ile değerlendirdiği çalışmalarında her üç yöntemle de benzer sonuçlar tespit etmişlerdir.

Lazer floresan cihazları restoratif diş hekimliğinde en çok kullanılan yöntemlerden biri olarak bilinmektedir.²⁴¹ Toraman ve ark.²⁴², okluzal çürük gözlenen hastada yaptığı çalışmada, DIAGNOdent ölçüm değeri, geleneksel bite-wing radyografi tekniği ve görsel tekniği çürük kaviteleri temizlendikten sonra, derinliğine göre, her üç yöntemin doğruluğu karşılaştırmalı olarak değerlendirmişler. DIAGNOdent ölçümüyle elde edilen değer, görsel ve radyografik değerlendirmeden daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmaların ışığında çalışmamızda oluşan başlangıç çürük lezyonlarının teşhis ve örneklerin standardize edilmesi amacıyla DIAGNOdent Pen cihazı kullanılmıştır.

Diş çürüklerinin önlenmesinde ve kontrolünde flor uygulamaları en yaygın ve etkili yöntemlerden biridir. Florür minenin mineral yapısına katılarak hidroksiapatiti daha az çözünür olan florapatite dönüştürerek; mine dış tabakalarının sertleşmesine, yapılarının ve bileşimlerinin değişmesine yol açmaktadır. Florapatit yapının asitlere direncinin yüksek olması çürük gelişimini önlemede fayda sağlamaktadır ve minenin

demineralizasyon sürecini inhibe ederek remineralizasyonun, artmasını sağlamakta, plaktaki asit üretimini azaltmaktadır.⁹¹

Günümüz florür araştırmaları, dişlerin sürmesinden önce alınan sistemik florürün etkisinden çok, dişlerin sürmesinden sonra ağız içine uygulanan topikal florürün dişlerin oluşumu ve mineralizasyonu sırasında mine apatit kristali yapısına girerek mine yapısını güçlendirdiğini göstermişlerdir.²⁴³ Ancak florürden zengin mine yüzeyinin zamanla kaybolabilmesi nedeniyle, diş çürüklerine karşı sürekli ya da uzun süreli bir direnç sağlamadığı bildirilmiştir.²⁴³ Remineralizasyon için gerekli florür iyonları florürlenmiş su, diş macunu, ağız gargarası, jeller ve vernikler gibi florür ürünlerden sağlanmaktadır.²⁴⁴

Florürün çürük oluşumunu önlemede en güncel yaklaşım olarak, florürün topikal olarak uygulanmasından sonra plak sıvısına geçen florün minenin demineralizasyonunu yavaşlattığı yönündedir.²⁴⁵ Bunun yanında topikal florür uygulamalarıyla, yüzeysel tabakada kalsiyumflorür kristallerinin oluştuğu gözlenmiştir.²⁴⁵ Ağız içi pH düştüğünde ise bu kristallerin çözünmesiyle ortama flor salındığı ve böylece demineralizasyonu kontrol ettiği belirtilmiştir. Etkin bir topikal florür uygulamasının remineralizasyonu sağlayacak yeterli düzeyde florün mine plak yüzeyinde bulunmasının sağlanması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca florürün, dişin kuron kısmının morfolojisini etkileyerek çukur ve fissürleri sağlamlaştırdığı bildirilmiştir.²⁴⁶

Campus ve ark.²⁴⁷ yaşları 19-26 arasında değişen 84 katılımcı üzerinde yaptıkları ve 20 gün boyunca takip ettikleri çalışmada, katılımcıları 4 gruba ayırmışlardır. 1. gruba, 1250 ppm sodyum monofluorofosfat içeren bir diş macunu, 2. gruba, 1250 ppm amin florid içeren bir diş macunu, 3. gruba, 1250 ppm aminflorür içeren bir diş macunu ve 250 ppm aminflorür içeren bir ağız gargarası ve 4. gruba, 1250 ppm sodyum monofluorofosfat içeren bir diş macunu ve 1250 ppm sodyum monofluorofosfat içeren

vernük kullandırmışlardır. Çalışma sonunda en fazla florür kazancının amin florür içeren diş macunu ve ağız gargarası ile sağlandığı saptanmıştır.

Lagerweij ve Ten Cate²⁴⁸ yüksek konsantrasyonda florür uygulamalarının minenin remineralizasyonu üzerindeki etkisini değerlendirdikleri in situ çalışmada, 1. Gruptaki dişlere; sodyum florür içeren florür jeli ve sodyum florür içeren diş macunu, 2. Gruptaki dişlere; sodyum florür içeren diş macunu uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, florür jeli ve florürlü diş macunu uygulanan grupta, yalnızca florür diş macunu uygulanan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek remineralizasyon gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu çalışmada da, grupların oluşturulması aşamasında, Campus ve ark.'nın²⁴⁷ ve Lagerweij ve Ten Cate 'in yaptıkları çalışma grupları ve materyaller göz önünde tutularak çalışmamıza düşük ve yüksek florürlü materyalleri de karşılaştırmak amacıyla florürlü diş macunu ve sodyum florür jeli çalışmamıza dahil edilmiştir.

Günümüzde koruyucu diş hekimliği uygulamalarında florürün çürük önlemede yeterli olduğunu gösterse de yeni materyal arayışları devam etmektedir. Florürlerin uygulanması esnasında ortamda yeterli miktarda Ca ve PO₄ iyonlarının bulunması gerekliliği kanıtlanmıştır.^{249, 250} Bu nedenle minedeki başlangıç çürük lezyonlarının tedavisinde topikal floridlerin yanı sıra Ca ve PO₄ içeren ajanların kullanımı önem kazanmıştır.²⁴⁹

Süt yapısında bulundurduğu Ca, PO₄, kazein, laktoz, mineraller, proteinler, yağlar, eser elementler, sitrat, vitaminler, immunoglobulinler ve enzimler nedeniyle 1960lı yıllardan beri çürüğe karşı koruyucu niteliği bilinen bir gıda maddesidir.²⁵¹ Sütün yapısında bulunan kazein partiküllerinin (aynen CPP-ACP içeren preparatlardaki gibi) kalsiyum fosfat komplekslerinin oluşumuna neden olduğu kanıtlanmıştır.²⁵²

Son yıllarda CPP-ACP içeren ajanların invivo, invitro ve insitu koşullarda çok sayıda çalışma yapılmıştır.^{253, 254} Bu çalışmalarla başlangıç çürük lezyonları üzerine remineralizasyon etkinliğini değerlendirilmekte ve CPP-ACP komplekslerinin asidik pH'da ayrışarak plaktaki serbest Ca ve PO₄ iyon aktivitesi ve doygunluğunu arttırdığı ve oluşan aşırı doygun ortamın demineralizasyonu engelleyerek remineralizasyonu tetiklediği kanıtlanmıştır.²⁵³

Yapılan başka bir çalışmada 5 farklı grup seçilmiştir. 1. Grup pozitif kontrol grubu olarak florid içeren diş macunu uygulanmıştır. 2. Grup negatif kontrol grubunda florid içermeyen macun kullanılmıştır. CPP-ACP içeren preparat 3 farklı şekilde test edilmiştir: 3. grupta diş macunu olarak, 4. grupta topikal olarak, 5. Grupta ise 1. gruptaki floridli diş macunu uygulandıktan sonra topikal olarak uygulanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda CPP-ACP içeren preparatın remineralizasyon sağladığı ve en yüksek potansiyeli floridli diş macunu kullanımı sonrası topikal olarak uygulanmasıyla elde edildiği gösterilmiştir.²⁵⁵

Güçlü'nün 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.²⁵⁶ Sonuç olarak floridli diş macunu, klorheksidin gargara, xylitollü 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. Bu nedenlerle çalışmamızda deney grubu olarak CPP-ACP içeren ticari ürün olan ToothMouse eklenmiş ve etkinliği değerlendirilmiştir.

Mine çürüğünün yaygın tedavisi diyetin düzenlenmesi ve oral hijyen eğitimiyle birlikte florid uygulamalarıdır. Yeni geliştirilen materyallerle topikal uygulamalar

gündeme gelse de uyumsuz, çürük riski yüksek olan hastalarda ve pürüzlülüğü artmış lezyon yüzeylerinde bu rejimi uygulamak yeterli olamamaktadır. Son yıllarda düz yüzeylerdeki başlangıç mine lezyonlarında kullanılmaya başlanan düşük viskoziteli rezinlerle infiltrasyon tedavisi adı verilen bir uygulama dikkati çekmektedir.²²⁴ 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.³

Paris ve Meyer-Lueckel'in²⁵⁷ dana dişlerinde yaptıkları bir çalışmada iki deneysel infiltrantın (BisGMA%25, TEGDMA%75; BisGMA%40, 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.

2008 yılında yapılan in vitro bir çalışmada minede opak lezyonu olan molar ve premolar dişleri üzerine ExciTE ve deneysel olarak oluşturulmuş infiltrant materyali uygulanarak lezyona penetrasyonları ve çürüğün ilerlemesini durdurmadaki etkinlikleri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak deneysel infiltrantın daha etkili olduğu saptanmıştır.¹⁸⁷

Paris ve Meyer-Lueckel'in yaptıkları diğer bir çalışmada ise 104 adet dana dişini mine yüzeyinde suni çürük oluşturulduktan sonra dişler kontrol grubu, fissür örtücü ve Icon® uygulanan gruplar olarak ayrılmış ve demineralize 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.¹⁹¹

Rocha ve arkadaşları⁶ 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 maskelediğini bildirmişlerdir. Ayrıca tekrarlayan asit ataklarında infiltrant grubunun renk stabilitesini korumada daha başarılı olduğu görülmüştür.

Bu çalışmaların ışığında biz de çalışmamızda başlangıç mine lezyonu tedavisinde kullanılan rezin infiltrant Icon®un etkinliğini florlu macun, flor jel ve Toothmouse® materyali ile karşılaştırmak ve bu uygulamaların başlangıç mine lezyonu üzerine başarısını belirlemek için mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü ve renk analizleri yaparak değerlendirdik.

Minede oluşan demineralizasyon ve remineralizasyonun değerlendirilmesi amacıyla kullanılan mikrosertlik yöntemi, indirekt mineral kaybı ya da kazancı gösterir. Mikrosertlik ölçümü sırasında kuvvet uygulandığında yüzeyde oluşan çukurcuğun uzunluk değerleri artmışsa mineral kaybına; azalmışsa mineral kazanımını işaret eder. 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.²⁵⁸

Featherstone ve arkadaşları²⁰⁶ çürük benzeri yapay 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 Vickers gibi test yöntemleri kullanılmaktadır.²⁵⁹ 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. Ayrıca mikrosertlik testlerinde standart ve homojen yüzeylerin elde edilebilmesi için polisajlanmış mine örneklerinin kullanılmasının gerektiği bildirilmektedir.²⁶⁰

Bu çalışmada Pascotto ve ark. ile Moura ve ark.'nın, çalışmalarına benzer şekilde örnekler sırasıyla 320, 600 ve 1200 gridlik alüminyum oksit disklerle zımparalandı.^{261, 262} Zımparalama sonrasında kalan artıkların uzaklaştırılması için örnekler su ile yıkanıp kurutuldu. Mikrosertlik testi, Vikers ucu bulunan mikrosertlik test cihazı ile yapıldı. Örnekler üzerinde, ölçüm yapılacak her bir noktaya 15 saniye süre ile 100 gr kuvvet uygulandı. Çalışmamızda aynı diş örneği üzerinde sağlam mine yüzeyi, başlangıç mine lezyonu ve materyaller uygulandıktan sonra Vickers mikrosertlik değerleri ölçülmüştür.

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.²²⁹ Aynı durum sağlam mine yüzeyi ve oluşturulan başlangıç mine yüzeyi yüzey mikrosertliği ölçümleri içinde geçerli olup, ölçümlerde bölgesel farklılıkları ortadan

kaldırabilmek için ilk ölçüm yapılan bölgeye yakın 3 ayrı ölçüm yapılmış ve ortalamaları alınmıştır.

Çalışmamızda sağlam mine yüzeyinden alınan yüzey sertlik değerleri tüm gruplarda birbirine pareldir. Ayrıca oluşturulan başlangıç mine lezyonu yüzey mikrosertlik değerleri de tüm gruplarda birbirine benzerdir. Tüm gruplarda birbirine uyumlu bu sonuçların elde edilmesine; dişlerin farklı bireylerden elde edilmesine ve farklı mineral içeriğine sahip olmasına rağmen sağlıklı mineye sahip dişlerin çalışmaya dahil edilmesi, lazer flouresans yöntemi kullanılması ve standart demineralizasyonun yapılması katkı sağlamıştır.

Materyaller uygulandıktan sonra yüzey mikrosertlik değerleri arasındaki fark karşılaştırıldığında; yüzey mikrosertlik değerleri büyükten küçüğe doğru sırasıyla I, K, FM, FJ ve TM grupları şeklindedir. I grubunun ortalama MS değeri diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulunmuştur.($p<0.05$) TM ve K grubunun MS değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$) ve K grubu TM grubuna göre yüksek sertlik değeri sergilemiştir. Diğer gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir($p>0.05$).

Arslan ve arkadaşlarının²⁶³ rezin infiltrasyon uygulamasının çeşitli yüzey uygulamalarına göre minede sertlik ve yüzey pürüzlülüğüne ve St. Mutans adezyonuna etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında 120 mine örneği hazırlanmış ve iki alt gruba ayrılmıştır. 60 mine örneğine 1. Grup kontrol, 2. Grup Enamel Pro Varnish, 3. Grup ExciTe F ve 4. Grup Icon materyali uygulanmış ve bu alt gruba yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik testleri yapılmıştır. Icon materyali diğer gruplar göre en düşük yüzey pürüzlülüğü ve en yüksek mikrosertlik değeri göstermiştir. Bizim çalışmamızda da mikrosertliğin başlangıç çürük lezyonuna göre en çok arttığı grup Icon grubunda olduğu bulundu.

Paris ve arkadaşlarının 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 tedavi edilmeyen lezyonlara kıyasla sert bir yüzey oluşturduğu mikrosertliği artırdığı ve lezyonun ilerlemesini azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca infiltrant içeriğinin materyalin fiziksel özelliklerini etkileyerek mikrosertliği değiştirdiği ve çalışmada demineralizasyondan sonra Icon® uygulanan grupta materyalin mikrosertliğinin azalmadığı da belirtilmiştir.²⁶⁴

Torres ve arkadaşları²²⁹ 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. Bu çalışma Icon grubunda bulduğumuz istatistiksel olarak anlamlı farkı desteklemektedir. Fakat Icon grubunda elde edilen mikrosertlik değeri sağlıklı minenin ortalama sertlik değerine ulaşamamıştır ve bu nedenle klinik olarak Icon materyalinin başarısı istenen düzeyde bulunmamıştır.

Flor içerikli materyal uygulanan gruplar ile kontrol grubu mikrosertlik değerlerinde artış meydana getirdi hatta kontrol grubundaki artış flor içerikli materyal uygulanan gruplara göre bir miktar fazla idi. Fakat aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı($p>0.05$). Kontrol grubunda artış olmasının da sebebinin

örneklerin hazırlanması sırasında yüzeyin zımparalanması aşamasındaki farklılıklardan ve yapay tükürük solüsyonunda bulunan minerallerin yüzeye çökmesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Pulido ve ark. yaptıkları *in vitro* çalışmada CPP-ACP, flor ve bu ikisinin kombinasyonunu, yapay tükürük ve 5000 ppm flor içeren NaF çözeltisi ile karşılaştırmışlardır. pH siklus modeli kullanılarak yapılan çalışmada örnekler, polarize ışık mikroskobu ile değerlendirilmiş tedavi materyalleri günde 2 kez 2 dk süre ile uygulanmıştır. Sonuç olarak demineralizasyon üzerinde NaF çözeltisi diğer gruplara göre daha etkili bulunmuş ve CPP-ACP ile yapay tükürük solüsyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir.²⁵³

Shirahatti ve ark.²⁶⁵ yaptıkları *in vitro* bir çalışmada CPP-ACP patının ve flor içeren diş macununun (1000 ppm) mine demineralizasyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada stereomikroskop kullanılarak ortalama lezyon derinlikleri karşılaştırılmış ve sonuç olarak flor içeren diş macunu uygulanan grupta saptanan lezyon derinliğinin herhangi bir tedavi uygulanmayan kontrol grubuna göre anlamlı derecede azaldığı bildirilmiştir. Mine yüzeyine 14 gün boyunca günde 2 kere 3dk olmak üzere CPP-ACP uygulaması ile kontrol grubu arasındaki fark ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır²⁶⁵

Lata ve ark. *in-vitro* çalışmalarında flor verniği, CPP-ACP ve ikisinin kombinasyonunun başlangıç mine çürüğünün remineralizasyonu üzerindeki etkisini yüzey ve kesit mikrosertlik testleri kullanarak incelemiştir. Mine örnekleri, vernik uygulandıktan sonra 20 sn kuruması için beklenerek ve CPP-ACP en az 3 dk süre ile uygulanarak, günde 3 saat demineralizasyon ve 21 saat remineralizasyon solüsyonlarında bekleyecek şekilde 7 gün süresince pH siklüs modeline tabi tutulmuştur. Sonuç olarak yüzey mikrosertlik ölçümünde flor verniğin remineralizasyon

sağlayabildiği ve CPP-ACP ilavesinin herhangi bir katkı sağlamadığı bulunmuş, kesit mikrosertlik ölçümünde ise hiçbir tedavi uygulanmayan kontrol grubu ile tedavi amacıyla kullanılan materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir.²⁶⁶ Bu çalışmaların sonuçları ile uyumlu olarak tez çalışmamızda kullandığımız CPP-ACP içeren diş kremi Tooth Mousse'un başlangıç çürüklerinin tedavisi yönünde etkili olmadığı ve örneklerin yüzey mikrosertlik değerinde bir artış meydana getirmediği görüldü.

Başarılı bir restorasyonun yüzeyi olabildiğince pürüzsüz, taşkın olmayan, plak birikimini engelleyen, yüksek aşınma ve kırılma direncine sahip özelliklerde olmalıdır.²⁶⁷ Yapılan çalışmalarda ağız içi sert yüzeylerin ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) $0.2 \mu m$ ' den fazla olduğunda supra ve subgingival plak birikiminin arttığı gösterilmiştir.²⁶⁸ Bu nedenlerle infiltrasyon tedavisi uygulanmış dişte plak birikiminin olmaması için ve sekonder çürük oluşmaması için oldukça düz bir yüzeye sahip olması gerekir. Bu amaçla çalışmamızda oluşturulan başlangıç mine lezyonlarının yüzey morfolojilerindeki değişimi incelemek için aynı örnekte sağlam mine yüzeyi, başlangıç mine lezyonu ve materyal uyguladıktan sonra yüzey pürüzlülük değerleri ölçülerek karşılaştırılmıştır.

Icon® materyalinin yüzey pürüzlülüğünün incelenmesinde daha önce yapılan çalışmalarda izleyici uçlu temaslı²¹⁰ ve temassız yüzey profilometresi 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. 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.²⁶⁹

Mueller ve arkadaşları 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.²⁷⁰ Bu çalışmanın sonucuna dayanarak çalışmamızda Icon uygulaması sonrası polisaj diğer gruplarla standardizasyonu bozabileceği nedeniyle yapılmamıştır.

Çalışmamızda da tüm gruplarda başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra yüzey pürüzlülüğü artış göstermektedir. Fakat bu artış gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı değildir. Zaten demineralizasyon işlemi standart bir şekilde yapıldığından bu beklenen bir durumdur. Materyaller uygulandıktan sonraki yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde değerler büyükten küçüğe doğru sırasıyla FM, TM, Icon, K ve FJ gruplarında gözlenmiştir. En yüksek pürüzlülük değerini sergileyen FM grubu ile TM ve I grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır($p>0.05$). FJ grubu ise bütün gruplardan anlamlı derecede düşük pürüzlülük değeri sergilemiştir($p<0.05$)

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 rekristalizasyon nedeniyle sağlam mineye oranla çürüğe karşı çok daha dirençlidir.²⁴³

Arslan ve arkadaşlarının²⁶³ rezin infiltrasyon uygulamasının çeşitli yüzey uygulamalarına göre minede sertlik ve yüzey pürüzlülüğüne ve St. Mutans adezyonuna etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında 120 mine örneği hazırlanmış ve iki alt gruba ayrıldı. 60 mine örneğine 1. Grup kontrol, 2. Grup Enamel Pro Varnish, 3. Grup ExciTe F ve 4. Grup Icon materyali uygulanmış ve bu alt gruba yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik testleri yapılmıştır. Icon materyali diğer gruplar göre en düşük yüzey pürüzlülüğü ve en yüksek mikrosertlik değeri gösterdi. Bizim çalışmamızda da Icon grubu pürüzlülüğü azalttı fakat çalışmamızda en düşük pürüzlülük değeri FJ grubunda bulundu. Bunun da sebebi olarak yüksek konsantrasyondaki florün yüzeye çükeldiği ve daha pürüzsüz bir yüzey oluşturduğu yönündedir.

Taher ve arkadaşlarının yaptığı in vitro bir çalışmada sağlam mine yüzeyi pürüzlülüğü bu yüzeye uygulanan fissür örtücü ve Icon® materyaliyle karşılaştırılmış, fissür örtücü grubunun sağlam mine ve Icon® grubuna göre daha pürüzsüz olduğu belirtilmiştir. Icon® uygulanan yüzeylerin sağlam mine yüzeyine göre daha pürüzlü olduğu izlenmiş ancak istatistiksel olarak karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.²¹⁰ Bizim çalışmamızda da Icon grubu yüzey pürüzlülüğünde başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonraki ölçümlere göre azalma meydana getirmiştir. Fakat bu değer sağlam mine yüzeyinin pürüzlülük değerine göre çok yüksektir.

Başlangıç mine lezyonu sağlam yüzey tabakanın altında mineral kaybıyla karakterizedir. Lezyon gövdesindeki pörozitenin artması lezyonun beyazımsı renkte bir görüntüye sahip olmasına neden olur.^{271, 272} 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.²⁷¹

Lezyon oluşumuyla minenin yapısındaki bozulma prizmalar arası boşlukta sıvı artışına ve minenin refraktif indeksinde azalmaya neden olur.²⁷¹ 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.²⁷² Opak mine lezyonlarının görüntüsü lezyonun aktivitesi hakkında bilgi verir. Lezyon tebeşirimsi ve pürüzlü bir yüzeye sahipse aktif, parlak ve düz bir yüzeye sahipse inaktiftir.²⁷¹ 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.^{271, 272} Bu nedenle çalışmamızda başlangıç mine lezyonuna uygulanan materyallerin lezyonunun opak görüntüsünü maskeleyemedeki başarıları da karşılaştırılmıştır. Renk değişikliği gözle veya renk ölçüm aletleri ile değerlendirilebilmektedir. Aletsel ölçümler görsel renk ölçümlerindeki subjektif yorumları elimine etmekte ve kantitatif değerler verebilmektedir.²⁷³

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.²⁷⁴

Bu amaçla dişlerin günün aynı saatinde aynı ışık ortamında aynı örnekte mine yüzeyi sağlamken, başlangıç mine lezyonu oluşturulduktan sonra, materyaller uygulandıktan sonra renk analizleri yapılmıştır.

Başlangıç mine lezyonlarında yaygın olarak kullanılan tedavi yöntemi topikal florid uygulaması ve oral hijyenin geliştirilmesi ile remineralizasyonun sağlanmasıdır.²⁷² Willmot 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.²⁷⁵ Topikal florid uygulamalarıyla çok az opak mine lezyonunda kabul edilebilir bir estetik görüntü oluşurken, çoğunun opak görüntüsünün devam ettiği de belirtilmektedir.¹⁹² Ayrıca remineralizasyon yönteminin en büyük dezavantajı opak lezyonun maskelenmesi için uzun zamana ihtiyaç olmasıdır.²⁷² Kısacası florid uygulamaları lezyonun remineralizasyonunda başarılı olurken lezyonun maskelenmesinde çok başarılı bir tedavi yöntemi olamamaktadır.²⁷¹ Yüksek konsantrasyonlu florid içeren ajanlarla remineralizasyon tedavisinde yüzeyel tabakadaki hızlı mineral çökmesi yüzey tabakadaki porların tıkanmasına ve lezyon gövdesine mineral geçişinin engellenmesine neden olur.¹⁹² Sonuç olarak lezyonun optik yansımaları 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

(60 μ m) tükürükten yavaş ve dereceli bir remineralizasyon sağlanmalı veya düşük konsantrasyonlu florür ajanlarının (florürlü gargaralar, diş macunları gibi) kullanılması önerilmektedir. Böylece lezyonun büyük ölçüde tamir edileceği ve daha az görünür hale geleceği belirtilmektedir.

Rezin infiltrasyon tekniği ise opak mine lezyonlarının tedavisinde alternatif bir yöntem olarak öne sürülmektedir. Kullanılan düşük viskoziteli rezinle lezyon gövdesindeki mikroporöz alanlar tıkanmakta ve lezyonun sadece yüzeyinde değil içinde de bir diffüzyon bariyeri oluşturulmaktadır.²⁷² 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.¹⁹² İnfiltrasyon tedavisinin remineralizasyon uygulamalarına göre avantajı derin lezyonlarda rezinin lezyonun en derin alanlarına kadar ulaşabilmesi ve lezyonun rengini değiştirebilmesi ve estetik düzelmenin hemen olmasıdır.

Fakat uzun vadede rezin infiltrasyon yöntemi ile maskelenmiş dişlerde alınan gıdalara bağlı renklenmenin olabileceği ile ilgili yayınlar vardır.^{276, 277} Bu durum da uygulama aşamasında dikkate alınmalıdır.

Lee ve arkadaşlarının²⁷⁶ yaptıkları bir çalışmada rezin infiltrasyon ile tedavi edilmiş demineralize minenin farklı içeceklerin boya ilerleme derinliği incelenmiş ve bunun için örnekler kahve, meyve suyu, buzlu çay ve distile suda bekletilmiştir. Sonuç olarak tüm grupların boyandığı fakat Icon uygulanmış grupların kontrol gruplarına göre daha az boya penetrasyonu sağladığı gözlenmiştir. Bu çalışma da Iconun yüzey altı dokulara penetrasyonu azalttığını göstermektedir.

Rey ve arkadaşlarının²⁷⁷ Icon materyali ve bir bonding sistemini karşılaştırdıkları diğer bir çalışmada örnekler çeşitli sıvılarda(çay, kahve, kırmızı şarap) bekletilmiştir. Sonuç olarak Icon materyalinin içerdiği rezin monomerler sebebiyle uzun vadede renklenebildiğini göstermişlerdir.

Leland ve arkadaşlarının²⁷⁸ yaptıkları çalışmada yapay olarak oluşturulmuş başlangıç çürük lezyonlarına rezin infiltrasyon uygulanmıştır. Sonrasında renk değişimi ve boyamalarını analiz etmek amacıyla kırmızı şarap, kahve, meyve suyu, kombine boyayıcı ajan ve distile suda bekletme ve hızlandırılmış yaşlandırma işlemleri yapılmıştır. Diş yüzeyinde rezin uygulanmış ve uygulanmamış bölgelerden yapılan renk analizi sonucunda rezin uygulanmış bölgeler rezin uygulanmamış bölgeye göre boyamaya daha yatkın olduğu gösterilmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda rezin infiltrant tedavisinin demineralizasyon koşullarında lezyonun ilerlemesini azalttığı tesbit edilmiştir.^{180, 187} Fakat Icon® uygulaması sonrası demineralizasyonun halen devam ettiğini gösteren bir çalışma da bulunmaktadır.¹⁹¹ Bu sonuç ya rezinin lezyon gövdesine tam olarak penetre olamamasından veya rezinin polimerizasyon sırasında büzülmesi ve sızıntı oluşturmasından kaynaklanmaktadır.^{185, 279} 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.²⁸⁰ Bu nedenle biz de çalışmamızda üretici talimatına da uygun olarak iki kere uygulama yaptık.

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 yaklaşılarak 1.46 olur.¹⁹²

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.²²¹ 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.²⁷⁴ Sağlam mine ve opak mine lezyonu arasındaki renk farkı (ΔE) 3.7den büyük olduğunda opak mine lezyonları klinik olarak görülebilmektedir. $\Delta E \leq 3.7$ ise opak mine lezyonu tamamiyle maskelenebilmiş demektir.²⁸¹

Çalışmamızda hazırlanan mine örnekleri üzerinde ölçülen başlangıç çürük lezyonu sonrası ve sağlam mine yüzeyleri arasındaki renk farkı (ΔE_1) analizinden elde edilen verilere göre en yüksek ΔE değeri K grubunda en düşük değer ise I grubunda gözlenmiştir. Bütün gruplarda meydana gelen ortalama renk değişimi klinik olarak kabul edilebilir seviye olan 3.7²⁸¹ değerinden yüksekti. I grubu hariç ($p < 0.05$) diğer tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p > 0.05$). I grubunda oluşan ΔE_1 deki azalmaya; dişlerin mineral içeriği ve renk yoğunluklarının farklı olmasının ve demineralizasyon solüsyonu uygulanması sırasında renk değişimine daha fazla direnç göstermesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Örnekler hazırlanırken dişler hiçbir işlem uygulanmadan rastgele gruplara ayrıldığı ve başlangıç çürük lezyonu

oluşturulduktan sonra DiagnodentPen cihazıyla 18-20 aralığında sonuç veren örneklerle çalışmaya devam edildiği için bu durumun standardizasyon sağlanamamasından kaynaklı olduğu düşünülmemektedir.

Materyaller uygulandıktan sonraki renk ölçümü ve başlangıç çürük lezyonu oluşturulduktan sonraki renk ölçümü arasındaki fark ($\Delta E2$) analiz edildiğinde; diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde en yüksek değişimi Icon grubu göstermiştir($p<0.001$). FJ grubu ise I grubundan sonra ikinci en yüksek değişimi sergilemiştir. FM grubu en düşük ortalama değişim değerini sergilemiştir ancak bu değişimdeki farklılık K ve TM gruplarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.($p>0.05$)

Materyaller uygulandıktan sonraki renk ölçümü ve sağlam mine yüzeylerinden alınan başlangıç renk ölçümü arasındaki fark ($\Delta E3$) analiz edildiğinde; en yüksek değişim K grubunda gözlenmiştir ancak K grubundaki değişim ile FM ve TM grupları arasındaki renk farkı istatistiksel olarak anlamlı değildir. I grubu isediğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde en düşük ΔE değerini sergilemiştir($p<0.001$)

Rocha ve arkadaşlarının 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.²⁷¹. Ayrıca bu çalışmada flor jel, flor solüsyon ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

Bu çalışmayla paralel olarak bizim çalışmamızda da I grubu yapay çürük lezyonunu en iyi maskeleyen materyal olduğu gözlemlendi. I grubunda $\Delta E3$ değeri 2.12 bulundu. Bu da klinik olarak gözlenebilir değer olan 3.7'den düşüktü. Bu sonuç da çalışmamıza göre Icon materyalinin başlangıç mine lezyonunu sağlam mine rengine en yakın renge getiren materyal olduğunu göstermektedir. Sonrasında $\Delta E3$ analizine göre en düşük renk farkı FJ grubunda gözlemlendi, sonrasında sırayla TM, FM ve K gözlemlendi. Fakat bu değerler klinik olarak kabul edilebilir değerlerin çok üzerindedir. Bu nedenle diğer materyallerin klinik olarak sağlam mineyle karşılaştırıldığında rengini iyileştirmediği görüldü.

Elde edilen verilerin ışığı altında; materyaller uygulandıktan sonraki ölçümlerde yüzey pürüzlülüğü açısından flor jelin daha başarılı olmasının yanısıra mikrosertlik ve renk açısından değerlendirildiğinde Icon®'un daha başarılı olduğu görüldü. Icon® materyali başlangıç mine lezyonuna uygulandığında yüzey mikrosertliğini arttırmış, yüzey pürüzlülüğünü flor jel kadar olmasa da bir miktar azaltmış, lezyon rengini sağlam mineye yaklaştırmıştır.

Başlangıç mine lezyonununun daha başarılı tedavi yaklaşımı için uygulanan materyallerle uzun takipli klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Doğal remineralizasyonu aktive eden 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. SONUÇLAR

Yapay çürük lezyonu oluşturulmuş daimi insan üst santral dişlerine florlu macun(FM), flor jel(FJ), Toothmouse(TM) ve Icon materyalleri uygulaması sonrası mikrosertlik, yüzey pürüzlülüğü ve renk analizi sonuçlarının yapay tükürükte bekleyen kontrol grubuna göre karşılaştırıldığı bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edildi.

1. Materyaller uygulandıktan sonra elde edilen mikrosertlik değerleri incelendiğinde Icon grubu mikrosertlik değerleri diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulundu.($p<0.05$)
2. Materyaller uygulandıktan sonra elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde bütün gruplarda pürüzlülük değerlerini azaldığı gözlemlendi. Ancak FJ ve TM ($p<0.05$) grupları hariç diğer bütün gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.
3. Materyaller uygulandıktan sonraki renk ölçümü ve sağlam mine yüzeylerinden alınan başlangıç renk ölçümü arasındaki fark ($\Delta E3$) analiz edildiğinde; en yüksek değişim K grubunda gözlemlendi ancak K grubundaki değişim ile FM ve TM grupları arasındaki renk farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.($p>0.05$) Icon grubu ise diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ölçüde en düşük ΔE değerini sergiledi.($p<0.001$) Icon grubundaki değerlerin düşük olması sağlam mineye en yakın renk değerini gösterdiği ve başlangıç çürük lezyonlarının opak görünümünü en iyi maskeleyen grubun I grubu olduğunu göstermektedir.
4. Materyaller uygulandıktan sonraki ölçümlerde yüzey pürüzlülüğü açısından flor jelin daha başarılı olmasının yanısıra mikrosertlik ve renk açısından değerlendirildiğinde Icon®'un daha başarılı olduğu görüldü.

5. Icon® materyali başlangıç mine lezyonuna uygulandığında yüzey mikrosertliğini arttırmış, yüzey pürüzlülüğünü flor jel kadar olmasa da bir miktar azaltmış, lezyon rengini sağlam mineye yaklaştırmıştır.
6. Icon materyali sadece renk ölçümlerinde sağlam mineye yakın renk değeri göstermiş, diğer ölçümlerde başarılı sonuçlar vermemiştir. Bunun sebebi olarak çalışmamızın sınırlı çalışma alanı gösterilebilir ve yeni çalışmaların yapılması önerilmektedir.
7. Flor jelin pürüzlülüğü daha fazla arttırmasındaki etkisinin değerlendirilmesi için yeni bir çalışmaya gerek duyulmaktadır.
8. 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.
9. Başlangıç mine lezyonununun daha başarılı tedavi yaklaşımı için uygulanan materyallerle uzun takipli klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Rainey JT. Air abrasion: an emerging standard of care in conservative operative dentistry. *Dental Clinics of North America*, 2002, 46: 185-209.
2. Kidd E. The diagnosis and management of the 'early' carious lesion in permanent teeth. *Dental update*, 1984, 11: 69-70, 72-64, 76-68 passim.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Paris S, Hopfenmuller W, Meyer-Lueckel H. Resin infiltration of caries lesions: an efficacy randomized trial. *J Dent Res*, 2010, 89: 823-826.
9. Ring ME. Ed. *Dentistry: An illustrated history*. New York, Harry N. Abrams, Inc. Publishers. 1992.

10. Robertson W. A practical treatise on the diseases of the teeth, in which the origin and nature of decay are explained; and the means of prevention pointed out. London, Green&Longman. 1835.
11. Miller WD. The Micro-organisms of the human mouth the local and general diseases which are caused by them. Philadelphia, SS White Dental Manufacturing Co. 1973.
12. Black GV. Dr. Black's conclusions reviewed again. *Dental Cosmos*, 40: 440-451. 1898.
13. Haris NO, Gorcia-Goday F. Introduction to Primary Preventive Dentistry. In: Primary preventive Dentistry. (6th ed.) New Jersey, Prentice Hall, pp 46-72, . 2004.
14. Bowden GHW. The microbial ecology of dental caries. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 12(3): 138-148. 2000.
15. Reich E, Lussi A, Newbrun E. Caries-risk assessment. *Int Dent J*, 1999, 49: 15-26.
16. Roberson TM, Heyman HO, Swift EJ. Introduction to Art and Science of Operative Dentistry. (5th ed.) St.Louis, Mosby Co, pp 67-134, . 2011.
17. Nguyen DH, Martin JT. Common dental infections in the primary care setting. *Am Fam Physician*, 2008, 77: 797-802.
18. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet*, 2007, 369: 51-59.
19. Geddes DA. Acids produced by human dental plaque metabolism in situ. *Caries Res*, 1975, 9: 98-109.
20. Matsui R, Cvitkovitch D. Acid tolerance mechanisms utilized by *Streptococcus mutans*. *Future Microbiol*, 2010, 5: 403-417.

21. Touger-Decker R, van Loveren C. Sugars and dental caries. *Am J Clin Nutr*, 2003, 78: 881S-892S.
22. Silverstone LM. Structure of carious enamel, including the early lesion. *Oral Sci Rev*, 1973, 3: 100-160.
23. 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 Suppl: 25S-34S.
24. Çakır F, Gürkan S, Attar N. Çürük Mikrobiyolojisi. Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, Cilt: 34: Sayı: 3-4, ss 78-91, . 2010.
25. Zero DT. In situ caries models. *Adv Dent Res*, 1995, 9: 214-230; discussion 231-214.
26. McDonald RE, Avery DR, Stokey GK. Dental caries in the child and adolescent. *Dentistry for the Child and Adolescent*, Ed.:R.E.McDonald,D.R. Avery. St.Louis: Mosby Inc., p:209-246. 2000.
27. Fejerskov O, Kidd EA. Dental Caries. The Disease and Its Clinical Management. Copenhagen: Munksgaard. 2004.
28. Stephan RM. Changes in hydrogen-ion concentration on tooth surfaces and in carious lesions. *JADA*, 27: 718-723. 1910.
29. Ten Cate JM, Featherstone JDB. Physicochemical aspects of fluoride enamel interactions. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA (eds). *Fluoride in Dentistry*. (2nd ed.) Copenhagen, Munksgaard, pp 252-269. 1996.
30. Berkovitz BK, Robinson S, Moxham BJ, Patel D. Ultrastructural quantification of collagen fibrils in the central region of the articular disc of the temporomandibular joint of the cat and the guinea pig. *Arch Oral Biol*, 1992, 37: 479-481.

31. Ten Cate JM, Larsen MJ, Pearce EIF, Fejerskov O. Chemical interactions between the tooth and oral fluids. dental caries. Copenhagen, Blackwell Munksgaard. 2003.
32. Schroeder HE, Luder HU, Bosshardt DD. Morphological and labeling evidence supporting and extending a modern theory of tooth eruption. *Schweiz Monatschr Zahnmed*, 1992, 102: 20-31.
33. Pearce EI, Nelson DG. Microstructural features of carious human enamel imaged with back-scattered electrons. *J Dent Res*, 1989, 68: 113-118.
34. Boyde A. Enamel. In: Handbook of microscopic anatomy. Oksche A, Vollrath L, Berlin: Springer Verlag, 309-473. 1989.
35. Ten Cate AR. Oral histology, development, structure and function St.Louis: Mosby CV, . 1989.
36. Avery JK. Essentials of oral histology and embryology a clinical approach, . 1980.
37. ten Cate JM. Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. *Acta Odontol Scand*, 1999, 57: 325-329.
38. Larsen MJ. Chemical events during tooth dissolution. *J Dent Res*, 1990, 69 Spec No: 575-580; discussion 634-576.
39. Pinkham JR, Casamassimo PS, Fields HW, McTigue DJ, Nowak AJ. Pediatric Dentistry. Infancy through adolescence. (4th ed.) Missouri, Elsevier Saunders, pp 199-203, . 2005.
40. ÇELİK EU, YAZKAN AGDB, KATIRCI G. BAŞLANGIÇ ÇÜRÜK LEZYONLARININ TEDAVİSİ. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2011, 2011.

41. Darling AI. The selective attack of caries on the dental enamel. *Ann R Coll Surg Engl*, 29: 354-369. 1961.
42. Casamassimo PS, Fields Jr HW, McTigue DJ, Nowak A. *Pediatric dentistry: infancy through adolescence*. Baskı. Elsevier Health Sciences, 2013.
43. Mellberg JR, Ripa LW. *Fluoride in preventive dentistry: theory and clinical applications*. Baskı. Quintessence Pub Co, 1983.
44. Borsatto MC, Corona SA, Dibb RG, Ramos RP, Pecora JD. Microleakage of a resin sealant after acid-etching, Er:YAG laser irradiation and air-abrasion of pits and fissures. *J Clin Laser Med Surg*, 2001, 19: 83-87.
45. Kotsanos N, Darling AI. Influence of post-eruptive age of enamel on its susceptibility to artificial caries. *Caries Res*, 1991, 25: 241-250.
46. Koray F. Diş Çürükleri. Altın matbaacılık, İstanbul. 1981.
47. Mellberg JR, Ripa LW. Formation of dental caries. In: *Fluoride in Preventive Dentistry. Theory and clinical applications*. Chicago, Quintessence Publishing Co, 15-40. 1983.
48. O'Mullane D. Can prevention eliminate caries? *Adv Dent Res*, 1995, 9: 106-109.
49. Becker MR, Paster BJ, Leys EJ, Moeschberger ML, Kenyon SG, Galvin JL, Boches SK, Dewhirst FE, Griffen AL. Molecular analysis of bacterial species associated with childhood caries. *J Clin Microbiol*, 2002, 40: 1001-1009.
50. Gonzalez-Cabezas C. The chemistry of caries: remineralization and demineralization events with direct clinical relevance. *Dent Clin North Am*, 2010, 54: 469-478.
51. Hollander F, Saper E. The apparent radiopaque surface layer of the enamel. *dent cosmos*, 77: 1187-1197, . 1935.

52. Applebaum E. The radiopaque surface layer of enamel and caries. *J Dent Res*, 19: 41–46. 1940.
53. Besic FC. Caries-like enamel changes by chemical means. *J Dent Res*, 1953, 32: 830-839.
54. Coolidge TB, Besic FC, Jacobs MH. A microscopic comparison of clinically and artificially produced changes in enamel. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1955, 8: 1204-1210.
55. Gray JA, Francis MD. Physical chemistry of enamel dissolution. In: Destruction of hard Tissues, Sognnaes RF, Ed. Washington, American Association for the Advancement of Science, 213–260, . 1963.
56. Axelsson P. The effect of a needs-related caries preventive program in children and young adults - results after 20 years. *BMC Oral Health*, 2006, 6 Suppl 1: S7.
57. van Dorp CS, Exterkate RA, ten Cate JM. The effect of dental probing on subsequent enamel demineralization. *ASDC J Dent Child*, 1988, 55: 343-347.
58. Lussi A. Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res.*,25:296-303. 1991.
59. Loesche WJ, Svanberg ML, Pape HR. Intraoral transmission of *Streptococcus mutans* by a dental explorer. *J Dent Res*, 1979, 58: 1765-1770.
60. II. I. Rationale and evidence for the International caries detection and assessment system. (2005).
61. Kidd EA, Banerjee A, Ferrier S, Longbottom C, Nugent Z. Relationships between a clinical-visual scoring system and two histological techniques: a laboratory study on occlusal and approximal carious lesions. *Caries Res*, 2003, 37: 125-129.
62. Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA, Qvist V, Schou S. Detection, diagnosing, monitoring and logical treatment of occlusal caries in relation to lesion activity

- and severity: an in vivo examination with histological validation. *Caries Res*, 1998, 32: 247-254.
63. Wenzel A. A review of dentists' use of digital radiography and caries diagnosis with digital systems. *Dentomaxillofac Radiol*, 2006, 35: 307-314.
 64. Hall A, Girkin JM. A review of potential new diagnostic modalities for caries lesions. *J Dent Res*, 2004, 83 Spec No C: C89-94.
 65. Ngaotheppitak P, Darling CL, Fried D. Measurement of the severity of natural smooth surface (interproximal) caries lesions with polarization sensitive optical coherence tomography. *Lasers Surg Med*, 2005, 37: 78-88.
 66. Amaechi BT, Podoleanu AG, Komarov G, Higham SM, Jackson DA. Quantification of root caries using optical coherence tomography and microradiography: a correlational study. *Oral Health Prev Dent*, 2004, 2: 377-382.
 67. Pretty IA. Caries detection and diagnosis: novel technologies. *J Dent*, 2006, 34: 727-739.
 68. Longbottom C, Huysmans MC. Electrical measurements for use in caries clinical trials. *J Dent Res*, 2004, 83 Spec No C: C76-79.
 69. Huysmans MC, Longbottom C, Christie AM, Bruce PG, Shellis RP. Temperature dependence of the electrical resistance of sound and carious teeth. *J Dent Res*, 2000, 79: 1464-1468.
 70. Bab I, Ziv V, Gazit D, Fuerstein O, Findler M, Barak S. Diagnosis of approximal caries in adult patients using ultrasonic waves. *J Dent Res*;77:255. 1998.
 71. Schneiderman A, Elbaum M, Shultz T, Keem S, Greenebaum M, Driller J. Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI): in vitro study. *Caries Res*, 1997, 31: 103-110.

72. Attrill DC, Ashley PF. Occlusal caries detection in primary teeth: a comparison of DIAGNOdent with conventional methods. *Br Dent J*, 2001, 190: 440-443.
73. 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.
74. Virajsilp V, Thearmontree A, Aryatawong S, Paiboonwarachat D. Comparison of proximal caries detection in primary teeth between laser fluorescence and bitewing radiography. *Pediatr Dent*, 2005, 27: 493-499.
75. Olmez A, Tuna D, Oznurhan F. Clinical evaluation of diagnodent in detection of occlusal caries in children. *J Clin Pediatr Dent*, 2006, 30: 287-291.
76. Houte JV. Role of Micro-organisms in Caries Etiology. *J Dent Res*, 73(3): 672-681. 1994.
77. Kudiyirickal MG, Ivancakova R. Early enamel lesion part II. Histo-morphology and prevention. *Acta Medica (Hradec Kralove)*, 2008, 51: 151-156.
78. Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *J Dent*, 2011, 39: 430-437.
79. Cury JA, Tenuta LM. Enamel remineralization: controlling the caries disease or treating early caries lesions? *Braz Oral Res*, 2009, 23 Suppl 1: 23-30.
80. Pearce EI, Moore AJ. Remineralization of softened bovine enamel following treatment of overlying plaque with a mineral-enriching solution. *J Dent Res*, 1985, 64: 416-421.
81. Margolis HC, Varughese K, Moreno EC. Effect of fluoride on crystal growth of calcium apatites in the presence of a salivary inhibitor. *Calcif Tissue Int*, 1982, 34 Suppl 2: S33-40.

82. Featherstone JD. Remineralization, the natural caries repair process--the need for new approaches. *Adv Dent Res*, 2009, 21: 4-7.
83. Silverstone LM, Hicks MJ, Featherstone MJ. Dynamic factors affecting lesion initiation and progression in human dental enamel. Part I. The dynamic nature of enamel caries. *Quintessence Int*, 1988, 19: 683-711.
84. Sjogren K, Birkhed D, Ruben J, Arends J. Effect of post-brushing water rinsing on caries-like lesions at approximal and buccal sites. *Caries Res*, 1995, 29: 337-342.
85. Cochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds EC. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. *J Dent Res*, 2010, 89: 1187-1197.
86. Lammers PC, Borggreven JM, Driessens FC. Influence of fluoride and pH on in vitro remineralization of bovine enamel. *Caries Res*, 1992, 26: 8-13.
87. ten Cate JM. Remineralization of caries lesions extending into dentin. *J Dent Res*, 2001, 80: 1407-1411.
88. Ulusoy AT. Pedodontide güncel koruyucu yaklaşımlar. Atatürk Üniv. Dis Hek. Fak. Derg. 3: 28-37. 2010.
89. Altun C, Güven G, Başak F. Altı-onbir yaş grubu çocukların ağız-diş sağlığı yönünden değerlendirilmesi. *Gülhane Tıp Derg* ; 47: 114-118. 2005.
90. Winter GB. Epidemiology of dental caries. *Arch Oral Biol*, 1990, 35 Suppl: 1S-7S.
91. Balakrishnan M, Simmonds RS, Tagg JR. Dental caries is a preventable infectious disease. *Aust Dent J*, 2000, 45: 235-245.
92. Rolla G, Ekstran J. Fluoride in oral fluids and dental plaque. In: Fejerskov O, Ekstran J, Burt BA. *Fluoride in Dentistry*. (2nd ed.) Copenhagen: Munkgaard, pp 215-229, . 1996.

93. Scheie AA, Fejerskov O, Kidd EA. DentalCaries: The disease and its clinical management. (2nd ed.) Copenhagen, Blackwell Publishing Ltd, pp 179-188, . 2008.
94. Ulu O, Dörter C. Fissür örtücüler ve kullanım alanları. İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi, 42(3-4): 25-30. 2008.
95. Lynch E. The revolution in dentistry. (1st ed.) London, Quintessence Publishing Co. Ltd, . 2004.
96. Burrow MF, Makinson OF. Pits and fissures: remnant organic debris after acid-etching. *ASDC J Dent Child*, 1990, 57: 348-351.
97. Anderson M. Risk assessment and epidemiology of dental caries: review of the literature. *Pediatr Dent*, 2002, 24: 377-385.
98. Garcia-Godoy F, Abarzua I, De Goes MF, Chan DC. Fluoride release from fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent*, 1997, 22: 45-49.
99. Ayçiçek G, Akçiçek MS, Uysal S, Çağırnkaya LB, Avcu N. Diş hekimliğinde lazer uygulamaları: Derleme. *Dicle Dişhekimliği Dergisi*, 11(1): 24-32, . 2010.
100. Nammour S, Demortier G, Florio P, Delhaye Y, Pireaux JJ, Morciaux Y, Powell L. Increase of enamel fluoride retention by low fluence argon laser in vivo. *Lasers Surg Med*, 2003, 33: 260-263.
101. Elton V, Cooper L, Higham SM, Pender N. Validation of enamel erosion in vitro. *J Dent*, 2009, 37: 336-341.
102. Featherstone JD, Barrett-Vespone NA, Fried D, Kantorowitz Z, Seka W. CO2 laser inhibitor of artificial caries-like lesion progression in dental enamel. *J Dent Res*, 1998, 77: 1397-1403.

103. Esteves-Oliveira M, Zezell DM, Meister J, Franzen R, Stanzel S, Lampert F, Eduardo CP, Apel C. CO2 Laser (10.6 microm) parameters for caries prevention in dental enamel. *Caries Res*, 2009, 43: 261-268.
104. Tagomori S, Morioka T. Combined effects of laser and fluoride on acid resistance of human dental enamel. *Caries Res*, 1989, 23: 225-231.
105. 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. *Dent Mater J*, 2006, 25: 455-462.
106. Sognaes RF, Stern RH. Laser Effect on Resistance of Human Dental Enamel to Demineralization in Vitro. *J South Calif Dent Assoc*, 1965, 33: 328-329.
107. Powell GL, Morton TH, Whisenant BK. Argon laser oral safety parameters for teeth. *Lasers Surg Med*, 1993, 13: 548-552.
108. Morioka T, Suzuki K, Tsutsumi H. Effect of beam absorptive mediators on acid resistance of surface enamel be Nd-YAG laser irradiation. *Jpn J Dent Health*, 38: 40-44, . 1984.
109. Çelik E, Yazkan B, Katirci K. Başlangıç çürük lezyonlarının tedavisi. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 21: 48-56. 2011.
110. 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.
111. Hara AT, Lussi A, Zero DT. Biological factors. *Monogr Oral Sci*, 2006, 20: 88-99.
112. D. M. Analisi chimica del dente fossile fatta dal Dottor Morecchini. Mem. Mat. Fis. Soc. ital. Sci. (Modena), 10(1) :166-172, . 1803.

113. Toumba KJ. . In-vivo and in-vitro evaluation of a slow-release fluoride glass for the prevention of dental caries in high-risk children. University of Leeds Division of Child Dental Health, Thesis, Leeds, pp 15-20. 1996.
114. Rose RK, Shellis RP, Lee AR. The role of cation bridging in microbial fluoride binding. *Caries Res*, 1996, 30: 458-464.
115. Bowen WH. Caries prevention--fluoride: reaction paper. *Adv Dent Res*, 1991, 5: 46-49.
116. O'Mullane DM. Introduction and rationale for the use of fluoride for caries prevention. *Int Dent J*, 1994, 44: 257-261.
117. Zero DT, Fu J, Espeland MA, Featherstone JD. Comparison of fluoride concentrations in unstimulated whole saliva following the use of a fluoride dentifrice and a fluoride rinse. *J Dent Res*, 1988, 67: 1257-1262.
118. Einwag J, Hellwig E, Hotz P, Stadtler P. The relative caries-inhibiting efficacy of amine fluoride and sodium fluoride in compatible dentifrices--results of a consensus conference. *Quintessence Int*, 1995, 26: 707-713.
119. Newburn E. Cariology. Quintessence Pub.Co. Inc., London, p:315-330. 1989.
120. Us Z. Ara yüzlerine diş ipliği ile asidüle fosfat florid uygulanması sonucunda dişleri minelerindeki florid alımının in-vitro olarak değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara, ss 1-20. . 1991.
121. Wei SHY. Pediatric dentistry: Total patient care. Philadelphia, Lea Febiger Company, 80-97. 1988.
122. Wei SHY, Wefel JS. Fluoride agents-solutions, gels and coating, Biocompatibility of dental materials, Smith DC, Williams D. Florida, CRC Press, 2: 1-14. 1982.
123. Whitford GM. Intake and metabolism of fluoride. *Adv Dent Res*, 1994, 8: 5-14.

124. Murray JJ. Fluoride and dental caries. In: Murray JJ, Nunn JH, Steele JG. Prevention of Oral Disease. (4th ed.) New York, Oxford University Press, pp 37-60, . 1996.
125. Yeşil Y. Diş Çürüklerinden Korunmada İstanbul İlinde Çocuklara Fluorid Desteği Gerekli mi? İstanbul Üniversitesi, Uzmanlık tezi, İstanbul, . 2000.
126. Balamir A, Batırbaygil Y. Florürlerin etki mekanizmaları. HÜ Diş Hek Fak Derg, 7(2): 117-124. 1983.
127. Nizel AE, Papas AS. Nutrition in clinical dentistry. Philadelphia, WB Saunders Cp, pp 448,. 1989.
128. Kid EAM, Joyston-Bechal S. Fluoride supplementation in dental practise. In: Kid EAM, Joyston-Bechal S (eds). Essential of dental caries. (2nd ed.) Oxford, Oxford University Press, pp 108-122, . 1997.
129. Andlaw RJ, Rock WP. Fluorides. A manual of paediatric dentistry. (4th ed.) New York, Churchill Livingstone, pp 43-55. 1996.
130. Hamilton IR. Biochemical effects of fluoride on oral bacteria. *J Dent Res*, 1990, 69 Spec No: 660-667; discussion 682-663.
131. Nisengard RJ, Newman MG. Oral microbiology and immunology. (2nd ed.) Philadelphia, WB Saunders Company. 1994.
132. Hellwig E, Lussi A. What is the optimum fluoride concentration needed for the remineralization process? *Caries Res*, 2001, 35 Suppl 1: 57-59.
133. Murray JJ, Rugg-Gunn AJ. Water fluoridation uptake. In: Pediatric Dentistry, The Mosby Comp, 717-730, . 1992.
134. Creanor SL, Strang R, Telfer S, MacDonald I, Smith MJ, Stephen KW. In situ appliance for the investigation of enamel de- and remineralization. A pilot study. *Caries Res*, 1986, 20: 385-391.

135. de Crousaz P, Marthaler TM, Wiesner V, Bandi A, Steiner M, Robert A, Meyer R. Caries prevalence in children after 12 years of salt fluoridation in a canton of Switzerland. *Schweiz Monatsschr Zahnmed (1984)*, 1985, 95: 805-815.
136. Peterson PE. Society and Oral Health. Comm Oral Health. (1st ed.) London, Oxford, University Press, 20-38, . 1997.
137. Petersson LG, Arvidsson I, Lynch E, Engstrom K, Twetman S. Fluoride concentrations in saliva and dental plaque in young children after intake of fluoridated milk. *Caries Res*, 2002, 36: 40-43.
138. Irigoyen ME, Sanchez-Hinojosa G. Changes in dental caries prevalence in 12-year-old students in the State of Mexico after 9 years of salt fluoridation. *Caries Res*, 2000, 34: 303-307.
139. Swan E. Dietary fluoride supplement protocol for the new millennium. *J Can Dent Assoc*, 2000, 66: 362; discussion 363.
140. Estupinan-Day SR, Baez R, Horowitz H, Warpeha R, Sutherland B, Thamer M. Salt fluoridation and dental caries in Jamaica. *Community Dent Oral Epidemiol*, 2001, 29: 247-252.
141. Kusano SC, Tenuta LM. Enamel remineralization: controlling the caries disease or treating early caries lesions? *Braz Oral Res*, 25(5): 383-387, Oct. 2011.
142. Fejerskov O, Ellwood R. Clinical use of fluoride. In: Fejerskov O, Kidd EAM. Dental caries and its clinical management. (1st ed.) Oxford, Blackwell, pp 189-222,. 2003.
143. Morganstein SI. Clinical results: implications for prevention and treatment in general dental practice. *Int Dent J*, 1994, 44: 297-299.
144. Chow LC, Takagi S, Carey CM, Sieck BA. Remineralization effects of a two-solution fluoride mouthrinse: an in situ study. *J Dent Res*, 2000, 79: 991-995.

145. Margolis HC, Moreno EC. Physicochemical perspectives on the cariostatic mechanisms of systemic and topical fluorides. *J Dent Res*, 1990, 69 Spec No: 606-613; discussion 634-606.
146. Murata H, Ishikawa K, Tenshin S, Horiuchi S, Nakanishi M, Asaoka K, Kawata T, Yamamoto TT. Fluoridation of hydroxyapatite powder by ammonium hexafluorosilicate. *Caries Res*, 1996, 30: 465-470.
147. Rolla G, Ogaard B, Cruz Rde A. Clinical effect and mechanism of cariostatic action of fluoride-containing toothpastes: a review. *Int Dent J*, 1991, 41: 171-174.
148. Turner PJ. The clinical evaluation of a fluoride-containing orthodontic bonding material. *Br J Orthod*, 1993, 20: 307-313.
149. Konig KG. Role of fluoride toothpastes in a caries-preventive strategy. *Caries Res*, 1993, 27 Suppl 1: 23-28.
150. Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ. Systematic reviews of selected dental caries diagnostic and management methods. *J Dent Educ*, 2001, 65: 960-968.
151. Craig RG, Polwers JM, Wotoha JC. Preventive Dental Materials. In: Dental Materials. (8th ed.) St Louis, Missouri, pp 38-45, . 2000.
152. McIntyre J, Pai N, Bub M, DaSilva C. The effectiveness of alternative acidulating systems in topical fluoride gels. *J. Dent Res*, 74: 564, . 1995.
153. Wei SHY, Yiu CK. Evaluation of the use of topical fluoride gel. *Caries Res*, 27: 29-34, . 1993.
154. Chow LC, Takagi S. Deposition of fluoride on tooth surfaces by a two-solution mouthrinse in vitro. *Caries Res*, 1991, 25: 397-401.
155. Petersson LG. Fluoride mouthrinses and fluoride varnishes. *Caries Res*, 1993, 27 Suppl 1: 35-42.

156. Ripa LW. A critique of topical fluoride methods (dentifrices, mouthrinses, operator-, and self-applied gels) in an era of decreased caries and increased fluorosis prevalence. *J Public Health Dent*, 1991, 51: 23-41.
157. Clark DC, Stamm JW, Robert G, Tessier C. Results of a 32-month fluoride varnish study in Sherbrooke and Lac-Megantic, Canada. *J Am Dent Assoc*, 1985, 111: 949-953.
158. Fontana M, Gonzalez-Cabezas C, Haider A, Stookey GK. Inhibition of secondary caries lesion progression using fluoride varnish. *Caries Res*, 2002, 36: 129-135.
159. Dijkman GE, de Vries J, Lodding A, Arends J. Long-term fluoride release of visible light-activated composites in vitro: a correlation with in situ demineralisation data. *Caries Res*, 1993, 27: 117-123.
160. Dionysopoulos P, Kotsanos N, Papadogiannis Y, Konstantinidis A. Artificial secondary caries around two new F-containing restoratives. *Oper Dent*, 1998, 23: 81-86.
161. Williams JA, Billington RW, Pearson GJ. A long term study of fluoride release from metal-containing conventional and resin-modified glass-ionomer cements. *J Oral Rehabil*, 2001, 28: 41-47.
162. Creanor SL, Carruthers LM, Saunders WP, Strang R, Foye RH. Fluoride uptake and release characteristics of glass ionomer cements. *Caries Res*, 1994, 28: 322-328.
163. Hatibovic-Kofman S, Koch G, Ekstrand J. Glass ionomer materials as a rechargeable fluoride-release system. *Int J Paediatr Dent*, 1997, 7: 65-73.
164. Cehreli ZC, Yazici R, Garcia-Godoy F. Effect of 1.23 percent APF gel on fluoride-releasing restorative materials. *ASDC J Dent Child*, 2000, 67: 330-337, 302.

165. Hicks MJ, Flaitz CM, Garcia-Godoy F. Fluoride-releasing sealant and caries-like enamel lesion formation in vitro. *J Clin Pediatr Dent*, 2000, 24: 215-219.
166. Koga H, Kameyama A, Matsukubo T, Hirai Y, Takaesu Y. Comparison of short-term in vitro fluoride release and recharge from four different types of pit-and-fissure sealants. *Bull Tokyo Dent Coll*, 2004, 45: 173-179.
167. Aimutis WR. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *J Nutr*, 2004, 134: 989S-995S.
168. Reynolds EC. Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions. *J Dent Res*, 1997, 76: 1587-1595.
169. Walker G, Cai F, Shen P, Reynolds C, Ward B, Fone C, Honda S, Koganei M, Oda M, Reynolds E. Increased remineralization of tooth enamel by milk containing added casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dairy Res*, 2006, 73: 74-78.
170. Holt C, Timmins PA, Errington N, Leaver J. A core-shell model of calcium phosphate nanoclusters stabilized by beta-casein phosphopeptides, derived from sedimentation equilibrium and small-angle X-ray and neutron-scattering measurements. *Eur J Biochem*, 1998, 252: 73-78.
171. Reynolds EC, Cain CJ, Webber FL, Black CL, Riley PF, Johnson IH, Perich JW. Anticariogenicity of calcium phosphate complexes of tryptic casein phosphopeptides in the rat. *J Dent Res*, 1995, 74: 1272-1279.
172. Çetin B, Avşar A, Ulusoy AT. Kazein içerikli besinler ve dental ürünler. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 4: 24-31,. 2011.

173. Arunachalem KD, Raja RB. Isolation and characterisation of CPP (casein phosphopeptides) from fermented milk. *African Journal of Food Science*, 4(4):167-175. 2010.
174. Sudjalim TR, Woods MG, Manton DJ, Reynolds EC. Prevention of demineralization around orthodontic brackets in vitro. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2007, 131: 705 e701-709.
175. Rose RK. Binding characteristics of *Streptococcus mutans* for calcium and casein phosphopeptide. *Caries Res*, 2000, 34: 427-431.
176. Reynolds EC. Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: a review. *Spec Care Dentist*, 1998, 18: 8-16.
177. Winston AE, Bhaskar SN. Caries prevention in the 21st century. *J Am Dent Assoc*, 1998, 129: 1579-1587.
178. 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.
179. 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 Res*, 2012, 46: 113-117.
180. 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.

181. 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.
182. 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.
183. Goepferd SJ, Olberding P. The effect of sealing white spot lesions on lesion progression in vitro. *Pediatr Dent*, 1989, 11: 14-16.
184. 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.
185. Paris S, Meyer-Lueckel H, Kielbassa AM. Resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res*, 2007, 86: 662-666.
186. 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.
187. Meyer-Lueckel H, Paris S. Improved resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res*, 2008, 87: 1112-1116.
188. 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 Spec No 3: 13-17.
189. Meyer-Lueckel H, Fejerskov O, Paris S. [Novel treatment possibilities for proximal caries]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 2009, 119: 454-461.

190. 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.
191. Paris S, Meyer-Lueckel H. Inhibition of caries progression by resin infiltration in situ. *Caries Res*, 2010, 44: 47-54.
192. Paris S, Meyer-Lueckel H. Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration--a clinical report. *Quintessence Int*, 2009, 40: 713-718.
193. Burgess JO, Cakır D. Surface roughness determination of a caries infiltrant resin. [online] [cited 2013]. Available from:URL : <http://www.drillingnothanks.com>. 2009.
194. 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: . 7-18. 2008.
195. Duckworth RM, Lynch RJ. Fluoride uptake to demineralised enamel: A comparison of sampling techniques. *Caries Res*, 1998, 32: 417-421.
196. Erickson RL, Glasspoole EA. Model investigations of caries inhibition by fluoride-releasing dental materials. *Adv Dent Res*, 1995, 9: 315-323; discussion 324-331.
197. Schemehorn BR, Orban JC, Wood GD, Fischer GM, Winston AE. Remineralization by fluoride enhanced with calcium and phosphate ingredients. *J Clin Dent*, 1999, 10: 13-16.
198. Featherstone JD, Mellberg JR. Relative rates of progress of artificial carious lesions in bovine, ovine and human enamel. *Caries Res*, 1981, 15: 109-114.
199. ten Cate JM. In situ models, physico-chemical aspects. *Adv Dent Res*, 1994, 8: 125-133.

200. Featherstone JD, Rodgers BE. Effect of acetic, lactic and other organic acids on the formation of artificial carious lesions. *Caries Res*, 1981, 15: 377-385.
201. White DJ. Use of synthetic polymer gels for artificial carious lesion preparation. *Caries Res*, 1987, 21: 228-242.
202. Featherstone JD. Modeling the caries-inhibitory effects of dental materials. *Dent Mater*, 1996, 12: 194-197.
203. Staninec M, Giles WS, Saiku JM, Hattori M. Caries penetration and cement thickness of three luting agents. *Int J Prosthodont*, 1988, 1: 259-263.
204. Featherstone JD. Fluoride, remineralization and root caries. *Am J Dent*, 1994, 7: 271-274.
205. Featherstone JD, Glena R, Shariati M, Shields CP. Dependence of in vitro demineralization of apatite and remineralization of dental enamel on fluoride concentration. *J Dent Res*, 1990, 69 Spec No: 620-625; discussion 634-626.
206. 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.
207. Kayalı ES, Ensari C, Dikeç F. Metalik malzemelerin mekanik deneyleri. İstanbul. 1990.
208. Smith WF. Principles of materials science and engineering (3rd ed.) London, McGraw-Hill Inc., 1996.
209. 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.

210. Taher NM, Alkhamis HA, Dowaidi SM. The influence of resin infiltration system on enamel microhardness and surface roughness: An in vitro study. *Saudi Dent J*, 2012, 24: 79-84.
211. 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.
212. Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. Microscopy investigations. Techniques, results, limitations. *Am J Dent*, 2000, 13: 3D-18D.
213. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med*, 2007, 18: 155-163.
214. Watson TF. Fact and artefact in confocal microscopy. *Adv Dent Res*, 1997, 11: 433-441.
215. Schlueter N, Hara A, Shellis RP, Ganss C. Methods for the measurement and characterization of erosion in enamel and dentine. *Caries Res*, 2011, 45 Suppl 1: 13-23.
216. İnan H, Tamam E, Bağış B. Tam protezlerde kullanılan farklı kaide materyallerinin yüzey pürüzlülüğü yönünden in vitro incelenmesi. *SÜ Diş Hek Fak Der ; 17: 171-176. 2008.*
217. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Diş hekimliğinde renk seçimi. *Hacettepe Diş Hek. Fak. Derg. ; 4: 52-58. 2009.*
218. 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. ; 14: 28-31. 2007.*

219. Yang B, Flaim G, Dickens SH. Remineralization of human natural caries and artificial caries-like lesions with an experimental whisker-reinforced ART composite. *Acta biomaterialia*, 2011, 7: 2303-2309.
220. Gul P, Miloglu FD, Akgul N. HPLC analysis of eluted monomers from dental composite using different immersion media. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 2014, 37: 155-170.
221. Johnston W, Kao E. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of Dental Research*, 1989, 68: 819-822.
222. Featherstone JD. The continuum of dental caries--evidence for a dynamic disease process. *J Dent Res*, 2004, 83 Spec No C: C39-42.
223. Kidd EAM JV. The role of operative treatment. In: Fejerskov O, Eick JD, editors. *Dental Caries: The Disease and Its Clinical Management*. London: Blackwell Munksgaard; . 2003.: 245-250.
224. Meyer-Lueckel H, Paris S. Progression of artificial enamel caries lesions after infiltration with experimental light curing resins. *Caries Res*, 2008, 42: 117-124.
225. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*, 2003, 28: 215-235.
226. 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.
227. Stodt T, Attin T. [Bitewing examinations as a part of preventive dentistry--a review]. *Schweizer Monatsschrift fur Zahnmedizin= Revue mensuelle suisse*

- d'odonto-stomatologie= Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia/SSO*, 2003, 114: 882-889.
228. Thaveesangpanich P, Itthagarun A, King N, Wefel J. The effects of child formula toothpastes on enamel caries using two in vitro pH-cycling models. *International dental journal*, 2005, 55: 217-223.
229. Torres C, Rosa P, Ferreira N, Borges AB. Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on microhardness of enamel carious lesions. *Operative dentistry*, 2012, 37: 363-369.
230. Karabulut DC. KB, Solak H. Bakteriyolojik teknikler ile minede yapay çürük oluşturma yöntemleri. *Süleyman Demirel Üniv Diş Hek Fak Derg* 2010; 2: 127-136., 2010.
231. Arends J, Christoffersen J. Invited Review Article The Nature of Early Caries Lesions in Enamel. *Journal of Dental Research*, 1986, 65: 2-11.
232. Attin T, Meyer K, Hellwig E, Buchalla W, Lennon A. Effect of mineral supplements to citric acid on enamel erosion. *Archives of oral biology*, 2003, 48: 753-759.
233. Magalhães A, Moron B, Comar L, Wiegand A, Buchalla W, Buzalaf M. Comparison of cross-sectional hardness and transverse microradiography of artificial carious enamel lesions induced by different demineralising solutions and gels. *Caries research*, 2009, 43: 474-483.
234. Zandoná AF, Zero DT. Diagnostic tools for early caries detection. *The Journal of the American Dental Association*, 2006, 137: 1675-1684.
235. Pinelli C, Campos Serra M, nica o, 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 research*, 2002, 36: 19-24.

236. Rodrigues JA, Hug I, Neuhaus KW, Lussi A. Light-emitting diode and laser fluorescence-based devices in detecting occlusal caries. *Journal of Biomedical Optics*, 2011, 16: 107003-107003-107005.
237. 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®. *Indian journal of dental research*, 2011, 22: 77.
238. Shi X-Q, Tranaeus S, Angmar-Månsson B. Validation of DIAGNOdent for quantification of smooth-surface caries: an in vitro study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2001, 59: 74-78.
239. Reis A, Mendes FM, Angnes V, Angnes G, Grande RHM, Loguercio AD. Performance of methods of occlusal caries detection in permanent teeth under clinical and laboratory conditions. *Journal of dentistry*, 2006, 34: 89-96.
240. Novaes T, Matos R, Braga M, Imparato J, Raggio D, Mendes F. Performance of a pen-type laser fluorescence device and conventional methods in detecting approximal caries lesions in primary teeth—in vivo study. *Caries research*, 2009, 43: 36-42.
241. Al Shorman H, Abu-Naba'a L, Lynch E. Patient's attitude to treatment of pit and fissure caries with ozone. *Caries Res*, 2002, 36: 187.
242. Toraman Alkurt M, Peker I, Deniz Arisu H, Bala O, Altunkaynak B. In vivo comparison of laser fluorescence measurements with conventional methods for occlusal caries detection. *Lasers Med Sci*, 2008, 23: 307-312.
243. ten Cate JM, van Loveren C. Fluoride mechanisms. *Dent Clin North Am*, 1999, 43: 713-742, vii.
244. Hargreaves JA. The level and timing of systemic exposure to fluoride with respect to caries resistance. *J Dent Res*, 1992, 71: 1244-1248.

245. ten Cate JM, Featherstone JD. Mechanistic aspects of the interactions between fluoride and dental enamel. *Crit Rev Oral Biol Med*, 1991, 2: 283-296.
246. AVCI B, Baysal SU, Gökçay G. Çocuklarda Flor Kullanımının Yarar ve Zararlarının Değerlendirilmesi. *Çocuk Dergisi*, 2009, 9: 8-15.
247. Campus G, Lallai M, Carboni R, Spano G, Luglié P, Garcia-Godoy F. In vivo enamel fluoride uptake after use of fluoride products. *American journal of dentistry*, 2004, 17: 351-353.
248. Lagerweij M, Ten Cate J. Remineralisation of enamel lesions with daily applications of a high-concentration fluoride gel and a fluoridated toothpaste: an in situ study. *Caries research*, 2002, 36: 270-274.
249. Reynolds EC, Cai F, Cochrane NJ, Shen P, Walker GD, Morgan MV, Reynolds C. Fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res*, 2008, 87: 344-348.
250. Whitford GM, Buzalaf MA, Bijella MF, Waller JL. Plaque fluoride concentrations in a community without water fluoridation: effects of calcium and use of a fluoride or placebo dentifrice. *Caries Res*, 2005, 39: 100-107.
251. Levine RS. Milk, flavoured milk products and caries. *Br Dent J*, 2001, 191: 20.
252. Walker GD, Cai F, Shen P, Bailey DL, Yuan Y, Cochrane NJ, Reynolds C, Reynolds EC. Consumption of milk with added casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate remineralizes enamel subsurface lesions in situ. *Aust Dent J*, 2009, 54: 245-249.
253. Pulido MT, Wefel JS, Hernandez MM, Denehy GE, Guzman-Armstrong S, Chalmers JM, Qian F. 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.

254. Srinivasan N, Kavitha M, Loganathan SC. Comparison of the remineralization potential of CPP-ACP and CPP-ACP with 900 ppm fluoride on eroded human enamel: An in situ study. *Arch Oral Biol*, 2010, 55: 541-544.
255. Kumar VL, Itthagaran 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.
256. Güçlü A. Opak lezyonun tedavisinde CPP-ACP kullanımının etkinliği. Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi. 2012.
257. Paris S, Meyer Luckel H. Influence of application frequency of an infiltrant on enamel lesions. *J Dent Res*, 15:5712. 2013.
258. Arends J, Christoffersen J, Christoffersen MR, Øgaard B, Dijkman A, Jongebloed W. Rate and mechanism of enamel demineralization in situ. *Caries research*, 1992, 26: 18-21.
259. Poskus LT, Placido E, Cardoso PEC. Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *dental materials*, 2004, 20: 726-732.
260. 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. *European Journal of Oral Sciences*, 2000, 108: 110-114.
261. Pascotto RC, de Lima Navarro MF, Capelozza Filho L, Cury JA. In vivo effect of a resin-modified glass ionomer cement on enamel demineralization around orthodontic brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2004, 125: 36-41.
262. de Moura MS, de Melo Simplicio AH, Cury JA. In-vivo effects of fluoridated antiplaque dentifrice and bonding material on enamel demineralization adjacent to

- orthodontic appliances. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2006, 130: 357-363.
263. Arslan S, Zorba YO, Atalay MA, ÖZCAN S, Demirbuga S, Pala K, Percin D, Ozer F. Effect of resin infiltration on enamel surface properties and Streptococcus mutans adhesion to artificial enamel lesions. *Dental materials journal*, 2015, 34: 25-30.
264. Çağlar E, Kavaloglu Cildir S, Ergeneli S, Sandalli N, Twetman S. Salivary mutans streptococci and lactobacilli levels after ingestion of the probiotic bacterium Lactobacillus reuteri ATCC 55730 by straws or tablets. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2006, 64: 314-318.
265. Shirahatti RV, Ankola AV, Nagesh L, Hallikerimath S. The effects of three different pastes on enamel caries formation and lesion depth progression—An in vitro study. *J Oral Health Community Dent*, 2007, 1: 1-6.
266. Lata S, Varghese N, Varughese JM. Remineralization potential of fluoride and amorphous calcium phosphate-casein phospho peptide on enamel lesions: An in vitro comparative evaluation. *Journal of Conservative Dentistry*, 2010, 13: 42.
267. De Jager N, Feilzer A, Davidson C. The influence of surface roughness on porcelain strength. *dental materials*, 2000, 16: 381-388.
268. Quirynen M, Van der Mei H, Bollen C, Schotte A, Marechal M, Doornbusch G, Naert I, Busscher Hv, Van Steenberghe D. An in vivo study of the influence of the surface roughness of implants on the microbiology of supra-and subgingival plaque. *Journal of Dental Research*, 1993, 72: 1304-1309.
269. Honório HM, Rios D, Júnior E, De Oliveira D, Fior FA, Buzalaf M. Effect of acidic challenge preceded by food consumption on enamel erosion. *Eur J Dent*, 2010, 4: 412-417.

270. 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 international*, 2011, 42.
271. Torres CRG, Borges AB, Torres LMS, Gomes IS, de Oliveira RS. Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on the colour masking of white spot lesions. *Journal of dentistry*, 2011, 39: 202-207.
272. Son J-H, Hur B, Kim H-C, Park J-K. Management of white spots: resin infiltration technique and microabrasion. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry*, 2011, 36: 66-71.
273. Um CM, Ruyter I. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence international*, 1991, 22.
274. O'Brien W. Dental materials and their selection. Chicago: Quintessence Publ. Co. Inc, 1997, 29: 9015.
275. Willmot D. White lesions after orthodontic treatment: does low fluoride make a difference? *Journal of orthodontics*, 2004, 31: 235-242.
276. Lee J, Chen J, Omar S, Kwon S, Meharry M. Evaluation of Stain Penetration by Beverages in Demineralized Enamel Treated With Resin Infiltration. *Operative dentistry*, 2016, 41: 93-102.
277. Rey N, Benbachir N, Bortolotto T, Krejci I. Evaluation of the staining potential of a caries infiltrant in comparison to other products. *Dental materials journal*, 2014, 33: 86-91.
278. Leland A, Akyalcin S, English JD, Tufekci E, Paravina R. Evaluation of staining and color changes of a resin infiltration system. *The Angle orthodontist*, 2016.

279. Paris S, Meyer-Lueckel H, Coelfen H, Kielbassa AM. Resin infiltration of artificial enamel caries lesions with experimental light curing resins. *Dental materials journal*, 2007, 26: 582-588.
280. Robinson C, Brookes S, Kirkham J, Wood S, Shore R. In vitro Studies of the Penetration of Adhesive Resins into Artificial Caries-Like Lesions. *Caries research*, 2001, 35: 136-141.
281. Kim S, KIM EY, JEONG TS, KIM JW. The evaluation of resin infiltration for masking labial enamel white spot lesions. *International journal of paediatric dentistry*, 2011, 21: 241-248.

EKLER

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
Adı Soyadı: RABİA BİLGİÇ
Doğum tarihi: 02.02.1987
Doğum Yeri: NAZİLLİ
Medeni Hali: BEKAR
Uyruğu: T.C.
Adres: ATATÜRK ÜNİ. DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
Tel: 05547658486
Faks:
E-mail: rabiabilgic@hotmail.com
Eğitim
Lise: NAZİLLİ ANADOLU LİSESİ
Lisans: EGE ÜNİVERSİTESİ DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
Uzmanlık: ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
Yabancı Dil Bilgisi
İngilizce:
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar
İlgi Alanları ve Hobiler

EK-2. TEZ ETİK ONAY FORMU



T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Sayı : 20

07 / 04/ 2016

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

04.04.2016 tarih ve 14/07 sayılı yazınız ekinde gönderilen, Etik Kurulun 03/2015 oturum sayılı ve 18 no'lu kararı ile alınan Yrd. Doç. Dr. Nilgün AKGÜL danışmanlığında Arş. Gör. Dt. Rabia BİLGİÇ'in yürüteceği "Başlangıç çürük lezyonlarına farklı içerikli materyallerin ozon tedavisi ile birlikte kullanımının in-vitro olarak değerlendirilmesi" konulu uzmanlık tezi çalışmasının başlığının "**Başlangıç Çürük Lezyonlarına Farklı İçerikli Materyallerin Kullanımının Mineye Etkisinin İnvitro Değerlendirilmesi**" şeklinde değiştirilmesi ilgili etik kurul başvurusu kurumumuz tarafından incelenmiş olup, konu ile ilgili alınan karar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi arz ve rica ederim.

Prof. Dr. Abubekir HARORLI
Etik Kurul Başkanı

Eki: Etik Kurul Kararı

Adres: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı ERZURUM

Tel : (442) 2360942



T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Oturum Tarihi: 07.04.2016

Oturum Sayısı: 04/2016

KARAR

SORUMLU ARAŞTIRMACI	Yrd. Doç. Dr. Nilgün AKGÜL
Araştırmanın Açık Adı	Başlangıç Çürük Lezyonlarına Farklı İçerikli Materyallerin Kullanımının Mineye Etkisinin İnvitro Değerlendirilmesi.
Karar No	20.
Alınan Karar	Etik Kurulun 03/2015 oturum sayılı ve 18 no'lu kararı ile alınan Yrd. Doç. Dr. Nilgün AKGÜL danışmanlığında Arş. Gör. Dt. Rabia BİLGİÇ'in yürüteceği "Başlangıç çürük lezyonlarına farklı içerikli materyallerin ozon tedavisi ile birlikte kullanımının in-vitro olarak değerlendirilmesi" konulu uzmanlık tezi çalışmasının başlığının " Başlangıç Çürük Lezyonlarına Farklı İçerikli Materyallerin Kullanımının Mineye Etkisinin İnvitro Değerlendirilmesi " şeklinde değiştirilmesinin bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına oy birliği ile karar verildi.


Prof. Dr. Abubekir HARORLI

Etik Kurul Başkanı

Prof. Dr. Nuran YANIKOĞLU

Prof. Dr. Yusuf Ziya BAYINDIR

KATILMADI

Prof. Dr. Kezban Meltem ÇOLAK TOPÇU

Yrd. Doç. Dr. Afî KİKİ