

**T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OZON UYGULAMASI, DİYOT LAZER IŞINLAMASI VE
GELENEKSEL KAVİTE DEZENFEKTANLARININ
MİKROSIZINTIYA ETKİLERİNİN İN-VİTRO
KOŞULLARDA İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ
Dt. Şifa GÜNEŞ**

**DANIŞMAN
Yrd.Doç. Dr. Emrullah BAŞI**

**DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
DİYARBAKIR**

2013

**T.C.
DICLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OZON UYGULAMASI, DİYOT LAZER IŞINLAMASI VE
GELENEKSEL KAVİTE DEZENFEKTANLARININ
MİKROSIZINTIYA ETKİLERİNİN İN-VİTRO
KOŞULLARDA İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ
Dt. Şifa GÜNEŞ**

**DANIŞMAN
Yrd.Doç. Dr. Emrullah BAŞİ**

**DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
DİYARBAKIR**

2013

**Bu doktora tezi Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğünce desteklenmiştir.
Proje No: 12-DH-80**

T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

“OZON UYGULAMASI,DİYOT LAZER İŞİNLAMASI VE GELENEKSEL KAVİTE DEZENFEKTANLARININ MİKROSIZINTIYA ETKİLERİNİN İN-VİTRO KOŞULLARDA İNCELENMESİ” isimli Doktora Tezi tarihinde tarafımızdan değerlendirilerek başarılı bulunmuştur.

Tez Danışmanı :Yrd.Doç.Dr. Emrullah BAHŞİ

Tezi Teslim Eden :Dt. Şifa GÜNEŞ

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan :

Üye :

Üye :

Üye :

Üye :

Yukarıdaki imzalar tasdik olunur.

...../...../.....

Prof. Dr. Salih HOŞOĞLU

Dicle Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŐEKKÖR

Doktora öğrenimim boyunca ve tezimin hazırlanması aŐamasında desteğini, bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Emrullah BAHŞI'ye değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Bayram İNCE, Prof. Dr. İzzet YAVUZ ve Doç. Dr. Mehmet DALLI'ya, maddi manevi desteklerini esirgemeyen hep yanımda olan aileme, arkadaşlarıma, tezimin istatistik çalışmalarında emeği geçen Prof. Dr. Zeki AKKUŐ'a, değerli hocam Doç. Dr. Ali SATAR'a teŐekkürleri bir borç bilirim

Dt.Şifa GÜNEŞ

İÇİNDEKİLER

ÖN SAYFALAR

KAPAK

İÇ KAPAK

ONAY SAYFASI.....I

TEŞEKKÜR.....II

İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....III

RESİMLER DİZİNİ.....IV

TABLolar DİZİNİ.....V

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....VI

ÖZET SAYFALARI

TÜRKÇE ÖZET.....VII

SUMMARY.....IX

TEZ METNİ

GİRİŞ VE AMAÇ.....1

GENEL BİLGİLER.....3

GEREÇ VE YÖNTEM.....46

BULGULAR.....64

TARTIŞMA.....68

SONUÇLAR.....77

KAYNAKLAR.....78

ÖZGEÇMİŞ.....95

RESİMLER

Resim 1 : diyot lazer uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:0)

Resim 2 : diyot lazer uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :2, gingival:2)

Resim 3 : Klorheksidinglukonat uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:0)

Resim 4 : Klorheksidinglukonat uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:1)

Resim 5 : Benzalkonyum klorür uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:2)

Resim 6 : Benzalkonyum klorür uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:0)

Resim 7 : kontrol grubunda mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:4)

Resim 8 : kontrol grubunda mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:2)

Resim 9 : Sodyumhipoklorit uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:2)

Resim 10 : Sodyumhipoklorit uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival: 1)

Resim 11 : Ozon uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:0)

Resim 12 : Ozon uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:0)

Resim 13 : Benzalkonyum klorür uygulanan grubun SEM görüntüsü (x500)

Resim 14 : Benzalkonyum klorür uygulanan grubun SEM görüntüsü (x1000)

Resim 15 : Klorheksidinglukonat uygulanan grubun SEM görüntüsü (x1000)

Resim 16 : Klorheksidinglukonat uygulanan grubun SEM görüntüsü (x500)

Resim 17 : Diyot lazer uygulanan grubun SEM görüntüsü (x500)

Resim 18 : Diyot lazer uygulanan grubun SEM görüntüsü (x1000)

Resim 19 : Sodyumhipoklorit uygulanan grubun SEM görüntüsü (x500)

Resim 20 : Sodyumhipoklorit uygulanan grubun SEM görüntüsü (x1000)

Resim 21 : Kontrol grubunun SEM görüntüsü (x1000)

Resim 22 : Kontrol grubunun SEM görüntüsü (x500)

Resim 23 : Ozon uygulanan grubun SEM görüntüsü (x1000)

Resim 24 : Ozon uygulanan grubun SEM görüntüsü (x500)

TABLO VE ŞEKİLLER

Şekil 1:Çürük oluşumunda etkili faktörleri gösteren Venn diyagramı

Tablo 1: Oral streptokokları oluşturan gruplar

Tablo 2:Mutans streptokoklara ait serotipik özellikler

Tablo 3:Kavite dezenfektanları, uygulama süreleri ve üretici firmalar

Tablo 4 :İstatistik değerlendirme sonucu elde edilen oklüzal ve gingival kenar sızıntı değerleri

Tablo 5: Oklüzal kenara ait sızıntı değerleri için kullanılan normallik testi sonuçları

Tablo 6:Gingival kenara ait sızıntı değerleri için kullanılan normallik testi sonuçları

Grafik 1:Oklüzal kenara ait mikrosızıntı grafiği

Grafik 2:Gingival kenara ait mikrosızıntı grafiği

KISALTMALAR VE SİMGELER

mm:	Milimetre
µm:	Mikrometre
CIS :	Camiyonomer siman
°C:	Santigrat derece
NaOCl:	Sodyumhipoklorit
ml :	Mililitre
sn :	Saniye
p :	İstatistiksel anlamlılık
LED :	LightEmittingDiode
NMG:	N-monochloroglycine
NMAB:	N-monochloro-D,L-2-aminobutyrate
MDP:	10- methacryloyloxydecylhydrogenphosphate
MDPB:	12-methacryloyloxydodecylpyridiniumbromide
HEMA:	2-hydroxyethylmethacrylate
Bis-GMA:	Bis-phenol A diglycidylmethacrylate
UDMA:	Üretandimetakrilat
TEGDMA:	Trietilenglikoldimetakrilat
ACE:	AngiotensinConvertingEnzyme
Ca :	Kalsiyum
Na:	Sodyum
I :	İyot
C :	Karbon
Mn :	Manganez (Mangan)
O₃:	Ozon
W:	watt
Psi:	pounds per square inch
kHz:	kilohertz

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı ozon gazı uygulaması, lazer ışınlaması ve geleneksel kavite dezenfektanlarının mikrosızıntıya olan etkilerinin in vitro koşullarda değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada yeni çekilmiş 90 adet insan 3.molar diş kullanılmıştır. Çekim sonrasında, köklerin üzerindeki dokular bir kretuar yardımıyla uzaklaştırılıp dişler pomza ve politür fırçasıyla temizlendi. Dişler çalışmada kullanılacak güne kadar distile su içerisinde, oda sıcaklığında bekletildi. Bütün dişlerin bukkal yüzeylerine su soğutması altında silindirik elmas frezler (Diatech, SwissDental Instruments, Heerbrugg, İsviçre) yardımıyla standart sınıf V kavite hazırlandı. Her kavite mesio-distal genişliği 3mm, oklüzal-gingial genişliği 2mm ve derinliği 1,5mm olarak hazırlandı. Kavitenin mine kenarlarına 0,5-1mm genişliğinde bizotaj yapıldı. Daha sonra her grupta 15'er diş olacak şekilde dişler rastgele altı gruba ayrıldı. 1.grup: benzalkonyum klorür (zefiran,Türkiye), 2.grup: klorheksidin glukonat (Ceraxidin-c, IMICRYL,Türkiye), 3.grup: sodyum hipoklorit (vision,Türkiye), 4.grup: diyot lazer (smart 980-5,DEKA lazer, İtalya), 5.grup: ozon (Prozone,W&H,Avusturya) ve 6.grup: kontrol grubu olacak şekilde kavitelere uygulandı. Ardından sırasıyla kavitelere üretici firmanın önerileri doğrultusunda primer (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) ve adeziv ajan (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) uygulanıp, 10 sn süre ile LED (Light Emitting Diode-Elipar Free light, 3M ESPE, Almanya) ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi. Kavitelere restoratif materyal olarak bir hibrit kompozit olan Clearfil AP-X (Kuraray Medical Inc, Japonya) kullanıldı, 20 sn süre ile LED (Light Emitting Diode-Elipar Freelight, 3M ESPE, Almanya) ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi. Bütün örnekler bitirme işlemi öncesinde 24 s süre ile 37 °C'deki etüvde (Nüve Incubator EN 500, Ankara, Türkiye) bekletildi. Örneklerin bitirme ve polisaj işlemleri, restorasyonların tamamlanmasından 24 s sonra su altında elmas bitirme frezleri (Diatech Coltene/Whaladent AG, İsviçre) ile yapıldı ve restorasyonlar alüminyum oksit kaplı disklerle (Sof-Lex, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) parlatıldı. Örnekler 24 s süre ile 37 °C'deki etüvde (Nüve Incubator EN 500, Ankara, Türkiye) bekletildikten sonra 5 ± 2 °C ve 55 ± 2 °C arası ısı

banyolarında **1.000** kez (30 sn bekleme zamanı) termal siklus işlemine tabi tutuldu. Daha sonra örneklerin kök uçları kompozit rezinle kapatıldı ve dişler iki kat aside dirençli tırnak cilası ile restorasyon sınırlarının 1 mm dışında kalacak şekilde kaplandı. Tüm örnekler % 0.5'lik bazik fuksin solüsyonuna daldırılarak 24 s 37°C de etüvde (Nüve Incubator EN 500, Ankara, Türkiye) bekletildi. Bu süre sonunda boyadan çıkartılan örneklerden alınan kesitler stereo mikroskop (Olympus SZ 40 SZ-X7, Olympus Corporation, Tokyo, Japonya) altında x15 büyütmede incelenerek fotoğrafları alındı. Gingival ve oklüzal mikrosızıntı dereceleri standart bir skala ile 0-4 arasında skorlandı. Her gruptan rastgele 1'er diş seçildi. Dişler iyon kaplama ünitesinde (BAL-TEC SCD 050 (Capovani Brothers Inc., Scotia, NY, ABD) Pt ile kaplandı. Daha sonra örneklerin rezin-diş sert dokusu arasındaki yüzeyin morfolojisi taramalı elektron mikroskopunda (Scanning Electron Microscope) (LEO EVO 40 (LEO Ltd., Cambridge, İngiltere) çeşitli büyütmelede incelendi ve fotoğraflandı. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak Kruskal-Wallis testi ile değerlendirildi.

Bulgular:Gruplar arasında yapılan incelemede hem oklüzal kenara ait hem de gingival kenara ait mikrosızıntı değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p>0.05$). Oklüzal kenar için grupların mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında en az sızıntı ozon grubunda saptanmıştır ($p>0.05$). Gingival kenarlar içinde en başarılı grup ozon grubu olarak bulunmuştur.

Sonuç:Gruplar arasında istatistiksel olarak bir anlamlılık bulunmadı. Ancak gruplar arası ortalamalarda farklılıklar tespit edildi. En az mikrosızıntı ozon uygulanan grupta bulundu. En çok mikrosızıntı kontrol grubunda gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler:Ozon, diyot lazer, sodyum hipoklorit, klorheksidin glukonat, kavite dezenfektanı.

SUMMARY

Aim: The aim of this study was to investigate in-vitro effect of ozone application, laser irradiation and traditional cavity disinfectants on microleakage.

Material and Methods: In this study, 90 freshly extracted human permanent third molar teeth, were used. After extraction soft tissues on teeth were cleaned with a scaler and polished with brush and pumice. Until the date use of teeth were stored in distilled water at room temperature. Standard class V cavities were prepared on buccal surface of the teeth with cylindrical diamond burs under water cooling. Each cavity were prepared as 3mm mesio-distal diameter, 2mm occluso-gingival diameter and 1,5 mm depth. Enamel margin of the cavities were bevelled in a 0,5-1 mm area. After wards the teeth were randomly assigned to six groups (n:15). Group 1: benzalkoniumchloride, group 2: chlorheksidine gluconate, group 3: sodiumhypochlorite, group 4: diode laser, group 5: ozone. Group 6: control group, will not treated with any application. The primer and bond (Clearfilprotectbond, KurarayMedicalInc. Japan) were applied to prepared cavities respectively according to manufacturers' recommendations and were polymerized by LED (Light Emitting Diode-Elipar Freelight, 3M ESPE, Germany) device for 10 seconds. A hybrit composite resin restorative material (ClearfilAP-X, Kuraray MedicalInc, Japan) was applied in cavities and was cured for 20 seconds by LED device. Before finishing all specimens were immersed into incubator at 37 °C for 24 h. After 24 h, polishing and finishing of restorations were done by diamond finishing burs under water and were completed with aluminiumoxide coated disks

(Sof-Lex, 3M ESPE, St. Pau, MN, USA). After waiting in the incubator at 37 °C for 24 h, teeth were subjected to thermocycling 1.000 times with a dwell time of 30 second at 5 ± 2 °C and 55 ± 2 °C. Then, root tips of samples was closed with resin composite and all teeth, except 1mm surrounding of the restorations, were coated twice with acid resistant varnish and stained with 0.5 % basic fuchsine at 37°C incubator for 24 h. The teeth were sectioned bucco-palatinally/lingually and, microleakage scores of occlusal and gingival walls were evaluated with a standardized scala from 0 to 4 under stereo microscope at 15X magnification. A tooth from each group were selected randomly. The teeth were covered with Pt (platinum) in ion plating unit (BAL-TEC SCD 050 (Capovani Brothers Inc., Scotia, NY, USA). And also SEM (Scanning Electron Microscopy) (LEO EVO 40, LEO Ltd., Cambridge, UK) photographs of resin-tooth hard tissue interfaces were taken at different magnifications after microleakage assessment. Results of microleakage test were statistically analyzed by Kruskal-Wallis.

Results : In terms of gingival and occlusal microleakage among groups, differences were not determined significant ($p > 0.05$). Occlusal microleakage scores of ozone were observed considerably lower than other 5 groups ($p > 0.05$). Also gingival microleakage scores of ozone were lower than other groups.

Conclusion : Statistically there was no difference among groups ($p > 0.05$). However, differences were found among the averages of groups. The lowest microleakage score were found in ozone group. On the other hand the highest mikrolaekage scores were found in control group.

KeyWords: Ozone, diode laser, sodiumhypochlorite, chlorheksidine gluconate, cavity disinfectant.

GİRİŞ VE AMAÇ

Restoratif dişhekimliğinde uygulanan tedavide öncelik çürüğün uzaklaştırılıp kavitenin şekillendirilmesidir. Ardından diş uygun restoratif materyal ile doldurulur. Uygulanan bu tedavi ile restore dişin ağızda uzun süre başarılı bir şekilde kullanılabilmesi için kavite ile restoratif materyal arasında iyi bir marjinal uyumun olması beklenir. Marjinal uyumun bozulmasında en önemli faktör mikrosızıntıdır. Adeziv tekniklerdeki gelişmelere rağmen mikrosızıntı halen restorasyonlarda görülen başarısızlık nedenleri arasındadır. Kullanılan restoratif materyal ve kavite duvarları arasındaki aralanma sonucu bakteri ve ağız içi sıvılarının geçişi mikrosızıntıya neden olmaktadır.

Dişin restorasyonu öncesinde hazırlanan kavitede hiçbir enfekte dentin tabakasının kalmaması önem teşkil etmektedir. Ancak ayna ve sond ile yapılan subjektif muayenenin sağlıklı dentini ayırt etmede yetersiz kaldığı bilinmektedir. Dentin dokusunun rengine ve sertliğine bakılarak yapılan bu muayene yöntemiyle mevcut bakteriyel durumu anlamakta oldukça zordur (1-4). Çürük dokunun temizlendiği düşünülen dişlerde yapılan araştırmada, çürük dokusunun belirlenmesini sağlayan boyalar kullanılmış ve dişlerin büyük kısmının boyandığı görülmüştür (5,6).

Yapılan boyama işlemi sonrasında temizlenen enfekte dokulara rağmen mikroorganizmaların tamamen yokedilemediği belirtilmektedir. Mikroorganizmaların dentin tübüllerinde, mine-dentin sınırında ve smear tabakasında çoğalarak varlıklarını sürdürebildikleri gösterilmiştir. Mikroorganizmaların ürettiği toksinlerin pulpaya diffüze olarak enfeksiyona neden olması yapılan tedavinin başarısız olmasına neden olmaktadır(7).

Mikrosızıntı sonucu hassasiyet, ikincil çürükler, pulpa hasarı gibi post operatif problemler oluşabilir. Restorasyon başarısını olumsuz etkileyen bu durumların önlenmesi amacıyla çürük dentin temizledikten sonra smear tabakası, dentin tübülleri, mine-dentin birleşim bölgelerinde kalan bakterilerin ortadan kaldırılması gerekmektedir (8).

Bakterileri elimine etmek ve neden oldukları problemleri önlemek amacıyla kavite dezenfektanların kullanımı önerilmektedir (9). Kavite dezenfektanı kullanımının restoratif tedavinin önemli bir tamamlayıcısı olduğu düşünülmektedir (7). Kavite dezenfeksiyonu amacıyla kullanılan materyaller klorheksidin glukonat, benzalkonyum klorür, iyodin-potasyumiyodür/bakır sülfat esaslı ürünlerdir. Günümüzde lazer ve ozon uygulamalarında kavite dezenfeksiyonunda kullanılmaya başlayan materyallerdir (8).

Sınıf V restorasyonlarda mikrosızıntının azaltılmaya çalışması yönünde yoğun çalışmalar vardır (10). Çünkü sınıf V restorasyonlar mine, sement, dentin gibi farklı diş dokularında sonlanabilen kenarlara sahip olabilmektedir. Her üç dokuya aynı derecede bağlanabilen restoratif materyal olmadığından yapımı diğer bölgelere oranla daha güçtür. Ayrıca sınıf V restorasyonların dişeti dokusuna yakınlıkları nedeniyle nem kontrolünün güçleşmesi ve yoğun abfraksiyon kuvvetlerine maruz kalmaları sonucu uzun vadede klinik başarı elde edilmesi zordur.

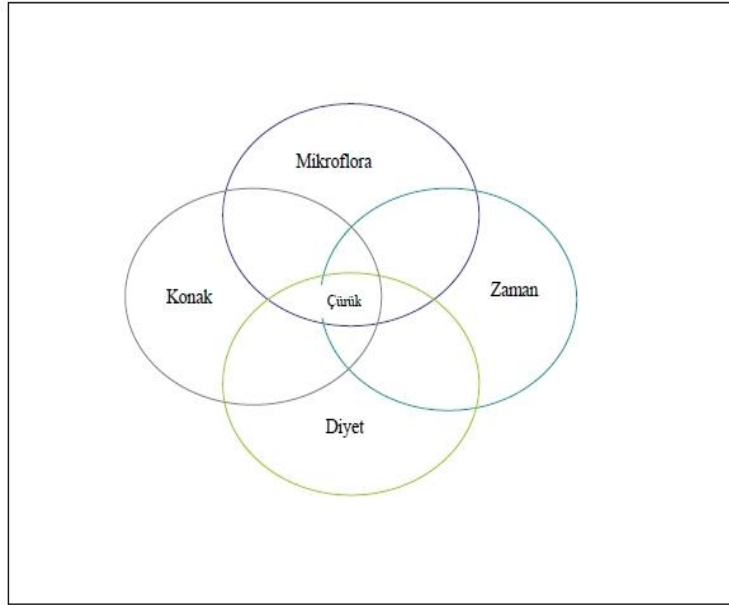
Bu çalışmanın amacı ozon gazı uygulaması, lazer ışınlanması ve geleneksel kavite dezenfektanı uygulamalarının mikrosızıntıya olan etkilerinin in vitro koşullarda incelenmesidir.

GENEL BİLGİLER

Diş Çürüğünün Tanımı

Diş çürüğü, diş yüzeyinde bulunan karyojenik mikroorganizmaların karbonhidrat fermantasyonları sonucu oluşturduğu asidin dişi demineralize etmesiyle başlayan patolojik bir durumdur (11-13).

Enfeksiyöz bir hastalık olan diş çürüğünün etiolojisinde rol oynayan pek çok faktör bulunmaktadır. Diyet, mikroflora, konakla ilgili etmenler ve zaman çürük oluşturan temel unsurlardır ve herhangi birinin eksikliği durumunda çürük oluşmamaktadır (12-15). Çürük oluşumundaki bu faktörler şekil-1'deki Venn diyagramıyla gösterilmiştir.



Şekil-1: Çürük oluşumunda etkili faktörleri gösteren Venn diyagramı

Çürük Oluşumunda Etkili Faktörler

Konağa Ait Faktörler

Dişlerin morfolojik ve yapısal özellikleri çürük oluşumunda ve gelişiminde önemlidir. Örneğin normal morfolojik bir yapı olan arka grup dişlerin oklüzal yüzeylerindeki pit ve fissürlerin değişik şekil ve derinlikte olması besin artıkları ve mikroorganizmalar için retantif alanlar oluşturur. Pit ve fissürlerin derinleşmesi, diş yüzeylerindeki konkavite, düzensizlikler ve çukurlaşmalar plak birikimine olanak tanıdığından çürüğe yatkınlığı arttırmaktadır. Dişlerin çapraşık dizilimleri, çene kavsindeki düzensizlikler de çürük oluşumunda etkili olan faktörlerdendir (12,13,15).

Dişin mineral yapısı ve olgunlaşma düzeyi çürük oluşumunu etkileyen diş ait yapısal özelliklerindedir. Dişlerdeki bu farklı mineral içeriklerden dolayı çürüğe olan yatkınlık bir dişin farklı yüzeylerinde dahi değişkenlik gösterebilmektedir (13).

Çürük oluşumunda konağa ait bir diğer faktör tükürüktür. Tükürük parotis, sublingual ve submandibular tükürük bezleri ile ağız mukozası ve dilde bulunan minör bezler tarafından salgılanır. İçeriğinde su, epitelyal hücreler, mikroorganizmalar ve bunların ürünleri ile serum, kan hücreleri ve besin artıkları bulunan kompleks bir salgıdır. Renksiz, tatsız ve viskoz olan tükürüğün %99'unu su oluşturmaktadır. Kalan %1'lik kısım ise kalsiyum klorür, sodyum bikarbonat, kalsiyum karbonat, fosfat, alkali sodyum fosfat gibi inorganik maddeler ile mukoproteinler, glikoproteinler, albumin, globülin, lipitler ve üre gibi organik bileşenlerden oluşur (16).

Günlük tükürük akış miktarı sağlıklı bir insanda 1000-1500 ml'dir. Yetişkinlerdeki tükürük akış hızı dakikada 0.3-0.4 ml, çocuklarda ise bu miktar 0.2 ml'dir. Tükürük bezlerinin stimülasyonu ile artan tükürük sekresyonu beraberinde tükürük akış hızını yetişkinlerde 1.5-2 ml'ye, çocuklarda ise 1 ml kadar arttırır (17).

Tükürüğün Görevleri

Tükürük tat alma, besinlerin çiğnenmesi ve lokma haline getirilmesinde etkili olduğu gibi içeriğinde bulunan amilaz enzimi ile sindirime de yardımcı olmaktadır. Tükürük besinleri ıslatıp yumuşatarak kayganlaştırır ve içeriğindeki müsin ile yutmaya hazır lokmalar haline getirir. Tükürük yardımıyla ıslanan ve suda eriyen besinler dilde bulunan tat cisimciklerine tükürük aracılığıyla taşınmış olur. Ağızda yumuşamış ve bulamaç haline gelmiş besinler alfa-amilaz ve pityalin enzimleri aracılığıyla maltoz ve dektrine parçalanırlar. Böylece nişastanın ağızda sindirimi başlamış olur. Besinler tükürük içinde eriyerek emilimleri kolaylaştır (18,19).

Tükürüğün diğer bir görevi ise koruyucu fonksiyonudur. İçerdiği yüksek miktarda su ve glikoproteinlerle oral kaviteyi ıslatır, kayganlaştırır ve bütün ağız içi sert ve yumuşak dokuları kaplar. Tükürük dişler arasındaki yiyecek artıklarının erimesini ve çıkmasını kolaylaştırarak yıkama etkisi de gösterir (18,19).

Ağıza alınan fermente edilebilen karbonhidratların karyojenik mikroorganizmalar tarafından fermentasyonu sonucu oluşan asitler tükürük pH' sını 4.5-5 veya daha düşük seviyelere kadar düşürebilmektedir. Tükürük bikarbonat, fosfat ve proteinler (20) yardımıyla nötralizasyon ve tamponlama sistemi olarak da fonksiyon görmektedir. Proteinlerin tamponlama sisteminde daha düşük düzeyde rol alır ve bu tükürüğü kandan ayıran önemli bir özelliktir. Proteinler ancak pH4-4.5 altına düştüğünde katkıda bulunurlar. Uyarılmış tükürükte inorganik fosfatlar tamponlama sisteminde ağırlıktayken, uyarılmamış tükürükte ise bikarbonat ağırlıkla görev alır. Tamponlama kapasitesi tükürük uyarıldığında artmaktadır. Tükürüğün içinde sürekli salgılanan üre mikroorganizmalar tarafından amonyak ve azotlu ürünlere çevrilerek tamponlama sisteminde etkili olur (7).

Tükürük içerisinde mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyen ve mukozayı enfeksiyondan koruyan bir takım savunma elemanları içerir. Bu savunma elemanları içinde lizozim, laktoferrin, laktoperoksidaz ve immunglobilin A (IgA), müsin ve prolinden zengin glikoproteinler bulunur. Salgısal IgA bakterilerin agregasyonunu ve onların sert ve yumuşak dokulara adezyonunu önlemede rol alır.

Mutans streptokoklara karşı immün cevap ağırlıklı olarak IgA tarafından gerçekleştirilir (21). Lizozim, major ve minör tükürük bezleri, fagositik hücreler ve dişeti oluşu sıvısından kaynağını alır. Minenin hidroksiapatitine bağlanarak, bakterilerin hücre duvarına yapışıp onların lizisine neden olur. Laktoperoksidaz ise bakteri hücre duvarını parçalama özelliğine sahip olup laktobasiller üzerine etki gösterir. Laktoferrin bakteri yaşaması için gerekli demiri bağlayarak bakterilerin çoğalması ve koloni oluşturmasını engeller. Bu bakteriostatik etkinin yanında S. Mutanslar için ise bakterisidal (bakterisit) etkiye sahiptir(16).

Diyet

Diyet dişleri hem sürme öncesinde sistemik olarak hem de sürme sonrasında lokal olarak etkilemektedir. Sürme öncesi dişlerin gelişimi üzerinde etkili iken sürme sonrasında en önemli topikal etkisi diş çürüğü şeklinde ortaya çıkar (22,23).

Alınan besinler arasında proteinler ve yağlar çürük oluşumunda etkisiz ve hatta çürüğü engelleyici özelliğe sahip olarak düşünülür. Protein ağırlıklı beslenmenin üre düzeyini yükselterek tamponlama kapasitesini arttırdığı düşünülür. Protein ve yağ çürük aktivitesini azaltırken her protein ve yağın etkinliği aynı değildir (24). Karbonhidratlar ise çürük oluşumunda etkinliği kanıtlanmış besinlerdir. Alınan besinlerin çürük yapıcı etkisi besindeki karbonhidrat miktarına ve tipine, içerdiği koruyucu komponentlere, ağızda kalma süresine ve tüketim sıklığına bağlı olarak değişmektedir (25)

Bakteri plağı içerisine kolayca girebilen küçük moleküllü monosakkarit ve disakkaritler, asidojen mikroorganizmalarca organik asitlere parçalanıp çürük oluşumunu başlatabilirler. Makromoleküler yapıda olan polisakkaritler ise genellikle ya ağızda monosakkarit ve disakkaritlere parçalanarak bakteri plağı içerisine girer ve akabinde asidojen mikroorganizmalarca organik asitlere parçalanarak çürük yapıcı etkiyi göstermekte ya da daha küçük moleküllere ayrışmadan yutulmaktadır. Bu nedenle polisakkaritlerin çürük yapıcı etkisi ağızda kalma süresi veya enzimlerin polisakkaritleri parçalayabilme hızı gibi etkenlere göre değişmektedir (25).

Yüksek çözünürlük özelliği ile karbonhidratlar içinde en yüksek karyojen özelliğe sahip olan sükröz bakteri plağına kolayca girebilir. Sükröz ekstraselüler polisakkaritlerin ve asitlerin üretiminde ayrıca suda erimeyen gluklan üretiminde karyojen bakterilerce kullanılır. Gluklan; mikroorganizmaların dış yüzeyine yapışmasında etkilidir. Ayrıca plak birikimi için matriks görevi de görmektedir (12,13,15).

Zaman

Uygun konak, diyet ve karyojen mikroorganizmalar bir araya geldiğinde oluşan asidin dış sert dokularında çürük oluşumunu başlattığı bilinmektedir. Ancak dişte çürük oluşması için tüm etkenlerin bir arada belli bir süre bulunmaları gerekmektedir. Bu da bizi çürük oluşumunda zamanın etkili bir diğer faktör olduğunu göstermektedir (15).

Karyojenik gıdaların ağızda kalma süresini; tüketim sıklığı, sert veya yapışkanlığı, likit oluşu ve çözünme hızı gibi özellikleri etkiler (25).

Çürük Oluşumuna Neden Olan Mikroorganizmalar

En yaygın kronik hastalıklardan biri olan çürük, karyojenik plak oluşumunun neden olduğu enfeksiyöz bir hastalıktır. Ağız boşluğunda 300'den fazla türde bakteri bulunmaktadır. Bu bakteriler konak ve diyet faktörleri ile denge halindedirler (26). Bu bakterilerin çok küçük bir grubu ağızda çürük ve dişeti hastalığı gibi hastalıklara sebep olmaktadır. Karyojenik bakteriler mineye yapışma, asit üretme ve tolere etme, sükrözden zengin çevrede gelişme ve rekabet ettiği mikroorganizmaları öldüren bakteriosin üretebilme özelliklerinden dolayı başlangıç çürüğüne neden olurlar (27). Yapılan bir dizi kapsamlı çalışma sonucu çürüğün başlamasında mikroorganizmaların rolü şöyle özetlenebilir:

1. Germ free hayvanlarda ya da insanda diş çürüğü gelişmez.
2. İnsan ve hayvanlarda çürük şiddeti ve insidansının azalmasında antibiyotikler etkilidir.
3. Oral bakteriler in vitro koşullarda da mine ve dentinde demineralizasyona neden olup doğal çürüğe benzer lezyonlar oluşturabilir.

4. Değişik çürük lezyonlarında spesifik bakterilerin izolasyonu ve tanımlaması yapılabilir.
5. Sürmemiş dişlerde çürük oluşmaz (27).

Çürüğün farklı tabakalarında farklı yaşam koşulları nedeniyle izole edilen mikroorganizma türleri birbirinden ayrı olmaktadır. Örneğin; minede çürük başlangıcında Mutans streptokoklar, dentin çürüklerinde Laktobasiller, kök çürüklerinde Aktynomiçesler etkilidirler (11,12,15,28). Ağızda mukozal membran veya kazanılmış mine pelikülüne yapışarak kolonileşen bakterilerden diş yüzeyinde ilk koloni oluşturanlar ise streptococcuslar ve aktinomyceslerdir (27).

Mayalar ve mantarların da asit oluşturma özellikleri nedeniyle çürük oluşumunda rol oynayabilecekleri düşünülmektedir (14).

Streptokoklar

Ağız ve üst solunum yolları mikroflorasının büyük çoğunluğunu oluşturan streptokoklara bu isim Billroth tarafından 1874 yılında cerahat örneklerinde zincir yapan kokların varlığını belirtmesiyle verilmiştir (28,29).

Streptokok hücreleri; yuvarlak oval şekilli, kısa veya uzun zincirler oluştururlar (13). Streptokok zincirleri 2-12 veya daha fazla kottan oluşabilir. Zincir formu en iyi sıvı ortamda gözlenir. Genelde hareketsizdirler. Endosporları olmayan streptokoklar gram pozitif olup anaerop ve fakültatif anaerop mikroorganizmalardır (30,31).

Kanlı agarda tipik hemolitik reaksiyonları gerçekleştirirler. Çoğalmaları için en uygun sıcaklık 37°C olup besiyerine kan, serum, glukoz eklenmesi durumunda kolay ve iyi çoğalırlar. Kanlı agarda 37°C'de 24 saat inkübe edilen mikroorganizmalar 0.5-1mm çapında koloniler oluşturmakta ancak bu sürenin artışıyla koloni artışı oluşmamaktadır. 56°C'de 30 dakikada ölürlür. Streptokoklar antiseptik ve dezenfektanlara karşıda çok dayanıklı değildirler (18,16).

Oral streptokokların asıl yerleşim yerleri ağızdır. Plağın yaşına ve diyetle bağılı olmaksızın dental mikrofloradaki en baskın mikroorganizmalardır. Genç plakta toplam koloni oluşturan birimlerin %50'sini oluştururlar (28).

Oral streptokokların ayırımı basit biyokimyasal ve fizyolojik testlerden oluşan geleneksel yollarla yapılabilirken günümüzde DNA yapılarının incelenmesi, hücre protein profillerinin değerlendirilmesi ve glikozidaz aktivitelerinin araştırılması ile pek çok farklı tipi birbirinden ayırt edilebilmektedir (11). Oral streptokokları oluşturan gruplar tabloda tablo 1'de gösterilmiştir.

GRUP	TÜRLER
Salivarius Grubu	<i>S. salivarius</i> <i>S. vestibularis</i>
Anginosus Grubu	<i>S. constellatus</i> <i>S. intermedius</i> <i>S. anginosus</i>
Mitis Grubu	<i>S. sanguis</i> <i>S. gordonii</i> <i>S. parasanguis</i> <i>S. oralis</i> <i>S. mitis</i> <i>S. crista</i>
Mutans grubu	<i>S. mutans</i> <i>S. sobrinus</i> <i>S. cricetus</i> <i>S. rattus</i> <i>S. ferus</i> <i>S. macacae</i> <i>S. downei</i>

Tablo 1: Oral streptokokları oluşturan gruplar

Mutans grubu

Streptokokus Mutans (S.mutans) ilk olarak J. Kilian Clarke tarafından 1924 yılında tanımlanmış olup pek çok çürük lezyonundan izole ettiği küçük zincirler oluşturan cocobasillere rastlamış ve bunların mutasyona uğramış streptokoklar olduğunu düşünerek bu ismi vermiştir. S.mutans, ile diş çürüğü arasındaki ilişkiyi kanıtlamaya çalışmış olsa da bu fikri diğer araştırmacılar tarafından destek görmemiş ancak 1960'lı yıllarda çürükten tekrar izole edilmesiyle plaktaki varlığı doğrulanmıştır (11-13).

Özellikleri özetlenecek olursa; katalaz negatif, hareketsiz, fakültatif anaerob ve gram(+) koklardır. Ekstraselüler polisakkarit yapma kapasiteleri vardır ve hidrojen peroksit oluşturarak diğer bakterileri inhibe ederler (12,26).

Serolojik çalışmalarla hücre duvarının antijenik özelliklerine göre 8 farklı serotip tanımlanmıştır (11,12,33). Mutans streptokoklara ait özellikler tablo 2'de belirtilmiştir

TÜR	KONAK	SEROTİP
S. mutans	İnsan	S. mutans serotip c,e,f
S. sobrinus	İnsan	S. mutans serotip d,g
S. cricetus	İnsan	S. mutans serotip a
S. ferrus	Rat	S. mutans serotip c
S. rattus	İnsan-Kemirgen	S. mutans serotip b
S. macacae	Maymun	S. mutans serotip c
S. downei	Maymun	S. mutans serotip h

Tablo 2: Mutans streptokoklara ait serotipik özellikler

Streptokokus sobrinus (S.sobrinus, serotip d,g)

Dental plakta sıklıkla izole edilen ikinci mutans streptokoktur. Yapılan çalışmalarda dental plakta bulunma sıklığı ile çürük aktivitesi arasında ilişki kurulmuştur. Ratlarla yapılan bir çalışmada S.sobrinus'un S.mutans'a göre daha karyojenik olduğu gösterilmiştir (34). Bunun sebebi olarak glikolitik özelliklerinin farklılığı olabileceği belirtilmiştir.

S.sobrinus ve S.mutans'ın ağızda sıklıkla lokalize olduğu alanlar farklılık gösterir. S.mutans çoğunlukla fissürlerde bulunurken, S.sobrinus aproksimal bölgelerde bulunur. S.sobrinus arka dişlerden çok ön dişlerden izole edilmiştir. S.sobrinus'un diş yüzeyine kolonize olabilmesi için ortamda bulunan sükroz önemlidir (35,36). S.sobrinus yüzey çökmeden önce mine ve dentine girme özelliğine sahiptir (11)

Streptokokus ferus (S. ferus, serotip c)

S. ferus insanlardan izole edilmez (37). Genetik yapıları S.mutans ve diğer mutans streptokoklardan farklıdır. Sükrozdan ekstrasellüler ve intrasellüler polisakkarit üretirler.

Streptokokus rattus (S.rattus , serotip b)

S.rattus hamsterlarda, ratlarda öncelikle izole edilirler, daha sonra da insanlardan izole edilirler (37). Sükrozdan ekstrasellüler glukan üretirler. Nişastayı hidrolize edemezler.

Streptokokus critecus (S.critecus, serotip a)

İnsanlarda oral kavitede daha seyrek görülen S.critecus hamster ve ratlardan izole edilirler. Fakültatif aneorbturlar.

Streptokokus macacae (S. macacae, serotip c)

İnsanda bulunmazlar. Mannitol, rafinoz ve sorbitol fermentasyonu yaparlar. Eskülünü hidrolize ederler(37).

Streptokokus downei (S.downei, serotip h)

İnsandan izole edilmemektedir(37).

Streptokokus mutans

S.mutans hücreleri, çapı yaklaşık 0.5-0.75 µm olan ovoid, gram pozitif, katalaz, negatif, hareketsiz ve kapsülsüz mikroorganizmalardır. S.mutans, çocuklarda ve genç erişkinlerde mine çürüğünün, yaşlılarda kök yüzeyi çürüğünün ve bebeklerde biberon çürüğünün etiyolojisinde primer patojen olarak

bulunmuştur (36). Dişsiz ağızlarda bulunmayan S.mutanslar dişlerin sürmesiyle oluşan retansiyon bölgelerinde kolonize olurken, oral mukoza yüzeylerinde daha az oranda bulunurlar. Bebeklerde S.mutanslarla karşılaşmada annenin kaynak olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (39).

S.mutans, sükrözdan sahip olduğu glikoliztransferaz enzimi ile suda çözünebilen (fruktan) ve çözünemeyen (glukan) ekstrasellüler polisakkaritler üreterek diş yüzeyine yapışır. Glukan, S.mutans'ın dişe tutunarak bakteri metabolizmasının asidik yan ürünlerinin ortamda birikmesini sağlar. Diş yüzeyine yapıştıktan sonra bakterilerin birbirlerine bağlanmasını da sağlar (11). Bu özellik S.mutans'ın plak formasyonu üzerindeki etkisi ve dolayısıyla karyojenitesi ile ilişkilidir. Bunun yanı sıra intrasellüler polisakkarit üreterek karbonhidrat rezervi gibi davranır. Karbonhidrat yokluğunda bu rezervi kullanarak asit üretimine devam eder. Sorbitol ve mannitolü fermente eder. Çoğalmaları için belli vitaminler dışında özel şartlara gerek yoktur. Nitrojen kaynağı olarak amonyak kullanırlar (40,41). Böylece diş yüzeyinde dental plağın derin tabakalarında, anaerobik bir ortamda ve amonyağın yeterli olduğu durumda, eksojen amino asitlere gereksinim olmadan yaşayabilirler. S.mutanslar sıkı ve kovalent bağlar yapan polipeptit molekülleri ile düz yüzeylere tutunabilmektedir (11).

Asidofiliktirler ve asit ortama diğer bakterilerden daha yüksek tolerans gösterirler (11,12) . Bu asit tolerans özelliğinin, membrana bağlı proton-translocating ATP-ase enzimi ile ilgili olduğu bildirilmiştir (42).

Laktobasiller

Hücreleri ince ve uzun, zincir formasyonunda, sporsuz olan laktobasiller gram pozitif, katalaz negatif ve fakültatif anaerob bakterilerdir. Oluşturdukları koloniler 1-2mm çapında, ıslak, opak ve gri renklidir (21). Hem üredikleri ortamda asit üretirler hem de asit ortamda daha bol ve kolay ürerler (43,44). Üredikleri ortamda amino asitler, nükleik asitler, mineraller, yağ ve özellikle B vitaminlerinin olması gereklidir. Spesifik karyojenik mikroorganizma olarak belirlenen ilk mikroorganizma Laktobasildir (43).

Laktobasillerin bazı türleri ağız boşluğunda tükürük, dil sırtı, vestibüler mukoza ve sert damaktan izole edilebilmektedir. Diş yüzeyine afiniteleri yoktur. Tükürüğün çok az ulaşabildiği, pH'nın uzun süre düşük kaldığı, dil ve yanak gibi mekanik sürtünmelerden korunan dişlerin ara yüzlerine ve fissür tabanına yerleşirler. Çürüksüz ağızlarda laktobasil bulunmaz (45).

Mutans streptokoklar daha çok çürüğün başlamasıyla ilişkilendirilirken laktobasiller ise kavitasyon oluşmuş bir lezyonun aktif ilerlemesiyle ilişkilendirilir (27). Laktobasil varlığı, diş çürüğü oluşumu için gerekli risk faktörlerinin bulunduğunu gösterir.

Laktobasiller karışık bir asit fermantasyon reaksiyonu ile karbonhidratları başta laktik asit olmak üzere çeşitli kuvvetli asitlere dönüştürürler. Metabolik son ürünlerine göre 3 gruba ayrılırlar:

Zorunlu Homofermenterler (Homolaktik fermenterler): Hekzozu laktik aside çevirirler. *L.acidophilus*, *L.salivarius* bu grubun içerisinde yer alır.

Zorunlu Heterofermenterler (Heterolaktik fermenterler) : Karbondioksit, asetik asit ve laktik asit üretirler. *L.fermentum*, *L.brevis* bu grubun içerisinde yer alır.

Fakültatif Heterofermenterler: Laktik asit, asetik asit, formik asit ve etanol üretirler. *L.casei*, *L. plantarum* bu grubun içerisinde yer alır (46).

Lactobacillus acidophilus

Diş çürüğü oluşumunda önemli rolleri vardır (21). *L. acidophilus* salgıladığı laktaz enzimi ile laktozu küçük moleküllere dönüştürürken, maya ve bakteri sayısını azaltmakta ayrıca uygun pH dengesinin korunmasına yardımcı olmaktadır.

L. acidophilus'un, diş yüzeyine yapışan fruktozun fermantasyonu sonucu ürettiği bol miktardaki laktik asit, diş minesine tepkimeye girerek dekalsifikasyona neden olur. Bu nedenle *L. acidophilus* tek başına çürüğü başlatamasa da çürüğün ilerlemesinde oldukça önemli bir etkidir (47).

Lactobacillus casei

İnsan ağız boşluğundan izole edilen ve çürük lezyonlarında en sık rastlanan laktobasildir. Süt, süt ürünleri, barsak ve vajina florasında bulunurlar. Sütü peynirleştirdiği için “casei” ismini almıştır (21).

Aktinomiçesler

Gram pozitif, hareketsiz, sporsuz, filamentöz bakterilerdir. Aktinomiçes türleri glikoz, maltoz, laktoz ve salisinden gaz yapmadan asit oluştururlar, nişastayı etkilemezler (21). Dental plak florasının büyük bir kısmını oluşturan aktinomiçesler, çoğunlukla aproksimal bölgelerden izole edilirler. Gingivitiste sayılarının arttığı bilinirken, kök yüzey çürükleri ile de ilişkilidirler (11,44). A.viscosus ve a.naeslundii kök çürüğü, fissür çürüğü ve periodontal yıkımla ilgili iken A.viscosus aynı zamanda temiz diş yüzeyine kolonize olan bakterilerdendir. A.naeslundii'nin bazı türleri sükrözden ekstra sellüler polisakkarit üretebilir. Ürettiği üreaz ile plak pH'sını etkileyen türleri de mevcuttur (11).

Mantarlar

Mantarlar ökaryotik mikroorganizmalar olup büyük çoğunluğu, doğada saprofit veya kommensal olarak toprak, kaya, su, bitki, besin, hayvan ve insanlarda yaşarlar. 110.000'den fazla mantar türü tespit edilmiştir. Bunlardan çok azı insanlarda bulunur ve genellikle deride mikotik enfeksiyonlara neden olur (47). Doğada enerji döngüsünde önemli bir yere sahiptirler.

Genelde aerob olan mantarlar çoğunlukla karanlık ve nemli ortamlarda gelişirler. Besin emilimi için ortamda suya ihtiyaç duyarlar. Birçok mantar asit ortamda iyi ürer. Bilinçsiz antibiyotik kullanan, yaşlı, hijyen kurallarına uymayan, immün sistemi baskılanmış ve protez kullanan bireylerin ağız içinde maya ve mantar enfeksiyonlarının görülme sıklığı daha yüksektir (48).

Dişhekimi açısından en önemli mantar cinsi “Candida”dır. Oral kavitedeki en önemli patojen mantar cinsidir. Konak dokuya ve protezlere yapışma, yüzey antijenlerini değiştirme ve modifiye etme potansiyeline sahip olma, dokuya invazyonda etkili olan “hif” (uzun, dallanan 2-10 µm çapında

ipliksi yapılarıdır) oluşturma, konağın fiziksel savunma bariyerlerini kırabilecek ekstraselüler fosfolipaz ve proteinaz üretebilme gibi özellikleri ile patojenite kazanmaktadır (48).

Candida albicans

İnsanda, *C.albicans*, *C.tropicalis*, *C.glabrata*, *C.krusei* gibi *Candida* cinsine ait çok sayıda türe rastlanmakla birlikte *C.albicans* oral enfeksiyonların büyük çoğunluğundan (%90) sorumludur (49).

C. albicans'ın diş çürüğü etiyojisindeki rolü ile ilgili kesinleşmiş veriler bulunmamakla birlikte, yapılan bazı çalışmalarla çürük insidansı ve çürük artışı ile *candida* varlığı arasında bir korelasyon olduğu gösterilmiştir. Diş çürüğü olan çocukların %62.2'sinde diş çürüğü olmayan çocukların %5'inde *C. albicans*'a rastlandığı bildirilmiştir (50). Tükürükte saptanan *candida* türlerinin, çürüğün önceden tahmin edilmesinde laktobasil tayininden daha etkili olduğu belirtilmiştir (51).

Mine Çürüğü

Normalde diş ile tükürük arasında sürekli iyon alışverişi vardır. Ortamda hidrojen iyon konsantrasyonunun artması sonucu diş sert dokusunda kalsiyum tuzlarının iyonize olarak dişten uzaklaşması ile dişte çözümler (demineralizasyon) başlar. Bu çözünme ortamda hidrojen konsantrasyonu düşene kadar diğer bir ifadeyle pH nötr veya alkali olduğunda tükürükte bulunan kalsiyum, fosfat ve karbonat iyonları tuz bileşikleri şeklinde çökelinceye (remineralizasyon) dek devam eder. Belirli bir uyum içinde gerçekleşen bu iki olaydan demineralizasyon ön plana geçtiği zaman diş sert dokusunda gerçekleşen yıkım çürük başlangıcı olarak adlandırılır (52).

Düz mine yüzeyinde demineralizasyonun en erken görülebilen makroskopik belirtisi saydamlığın kaybolması sonucu oluşan opak, tebeşirimsi beyaz nokta lezyonudur.

Histolojik olarak incelendiğinde, başlangıç çürük lezyonu 4 tabakaya ayrılmıştır. Bu tabakalar dıştan içe doğru aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

Yüzeyel tabaka: Mine çürüğünün en dış, en sert ve çözünmesi en zor tabakasıdır. Sağlıklı mineden daha poröz yapıdadır. Porlar normal mine yapısındaki porlardan daha geniştir. Bu tabaka iyon difüzyonuna geçirgendir. Böylece dış kısımdan remineralizasyon ve daha derin çürük tabakalardan yıkılan yapıların bu tabakada birikmesi ile hipermineralize hale gelir (25,53-55).

Lezyon gövdesi: Mine çürüğünün en geniş kısmını oluşturur. Sağlıklı mineye oranla %24 mineral kaybı vardır. Bölge oldukça porözdür. Bakteri ve tükürüğün girişine bağlı olarak su ve organik madde içeriği artmıştır (12).

Karanlık tabaka: Lezyon gövdesinde geniş olan porlar karanlık tabakada mikropor halini alır. Bu mikroporlar geniş porların içine madde birikimi yani remineralizasyonu ile oluşur (25,53-55). Kalınlığı değişken olan bu tabakada mineral kaybı ortalama %6'dır. Polarize ışığı geçirmemesi nedeniyle karanlık tabaka olarak adlandırılır. Çürük lezyonunun hızlı ilerlemesi durumunda karanlık tabaka ince; yavaş ilerlediği durumlarda ise kalın olduğu görülür (15).

Saydam tabaka: Çürük mine dokusunu normal sağlıklı mineden ayırır. Retzius çizgileri ve prizmaların enine çizgileri tümüyle yok olmuş ya da çok azalmıştır. Saydam tabaka normal mineye göre on kat daha fazla porözlü yapı gösterir. Saydam tabakada hem geniş porlar hem de mikroporlar saptanmıştır (25,53-55).

Dentin Çürüğü

Dentine ulaşan çürük mineye oranla daha hızlı ilerler. Bunun nedeni dentinin mineden daha düşük inorganik içeriğe sahip olması ve dentin tübüllerinin kimyasal madde, mikroorganizma ve ürünlerini daha derin tabakalara geçirebilmesidir (15,25,53).

Çürük mine-dentin bileşimine ulaşınca dentinde demineralizasyon başlar. Lezyon dentinde ilerledikçe dentin tübüllerinin yönünü takip eder. Oluşan lezyon, tabanı mine-dentin bileşiminde, tepesi pulpada olan koni şeklindedir. Çürükten etkilenen bu dentin dokusu, kahverengiden koyu kahverengiye hatta siyaha kadar değişen farklı derecelerde renklenme gösterir (53,56).

Dentin çürüğünde 5 ayrı bölge tanımlanmıştır. Bu bölgeler yavaş ilerleyen lezyonlarda hızlı ilerleyen lezyonlara oranla daha belirgindir (25). Tabakalar dıştan içe doğru aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

Yumuşama bölgesi: Asit ortam nedeniyle dentinin inorganik yapısı yıkılmıştır. Kollajen lifler ve mukopolisakkaritlerden oluşan organik yapı mikroorganizmaların proteolitik enzimlerinin etkisiyle parçalanmıştır. Bu tabakanın histolojik incelemesinde, dentin tübüleri ve intertübüler dentin bölgesinde çok sayıda mikroorganizma ve ileri derecede demineralize olmuş dentin dokusu görülür. Dentin yapısı bu bölgede tamamen bozulmuştur (15,25,53).

Bakteri hücum bölgesi: Bakteriler tarafından işgal edilen dentin kanalları harap olmuş ve genişlemiştir. Mineralizasyon çok düşüktür ve kollajen yapıları geri dönüşümsüz olarak bozulmuştur (25,53).

Demineralizasyon bölgesi: İntertübüler dentinde mineral kaybı vardır ve dentin tübüllerinin lümeninde çok sayıda büyük kristaller mevcuttur. Bu bölgede çoğunlukla hiç bakteri bulunmaz. Dentinin mineral ve organik içeriği organik asitler tarafından etkilenmesine rağmen, kollajen yapıları sağlam kalmıştır. Hasar görmemiş kollajenler intertübüler dentinin remineralizasyonuna yardımcı olabilir. Pulpa vital kaldıkça bu bölge kendi kendini tamir etme yeteneğine sahiptir (53).

Saydam (skleroze) dentin bölgesi: Lezyonun en derin bölgesidir. Bu tabakada dentin tübüleri içinde mineraller çökerek asitlerin ve toksik maddelerin difüzyonunu engelleyecek mineralize bir bariyer oluşturur. Bu bariyer ayrıca proteolitik enzimlerin difüzyonunu ve bakterilerin tübül boyunca ilerlemesini de engeller. Dentinde intertübüler dentinin yanı sıra tübüllerin içinde de kalsiyum tuzlarının bulunması, dentini kalsifikasyon açısından homojen hale getirir. Işık, dentin dokusunun her bölümünde aynı şekilde kırılır ve dentine saydam bir özellik kazandırır. Mikroradyografide saydam tabaka, normal dentine kıyasla radyopak görülür, bu da hipermineralizasyonu göstermektedir (53).

Dentin tübülleri, odontoblastların peritübüler dentin matriksini salgılayarak kademeli olarak geri çekilmesi veya mineral tuzlarının okelmesi sonucu tıkanır. Tübüllerin içerisine okelen mineral tuzların kaynağı demineralize dentin dokusudur. oz len minerallerin çoğu, zamanla kaybolur ve dentinin yumuşamasına neden olur. Bununla birlikte bazı mineraller tübüller içerisinde tekrar okelerek yüksek derecede mineralize saydam tabakayı oluşturur. Tübüller içerisindeki kristal madde, genellikle trikalsiyum fosfat ve hidroksiapatit karışımıdır (15,25).

Tersiyer dentin: Tersiyer dentin tabakası; ur k, atrizyon, kavite preparasyonu, restorasyonların çevresindeki mikrosızıntı ve travma nedeniyle oluşabilir. ur k lezyonunun pulpaya bakan yüzünde oluşan bu tabaka, ilerleyen lezyon ile pulpa arasındaki doku miktarını artırır(53).

Yapısı oldukça değişkendir. Primer ve sekonder dentinden ayırt edilemeyecek kadar düzenli bir yapıda olabileceği gibi, birkaç tübülün olduğu veya hiç tübülün bulunmadığı, hüresel kalıntıların ve çok sayıda interglob ler bölgenin mevcut olduğu oldukça değişmiş bir doku şeklinde de olabilir (53).

ur k Uzaklaştırma Yöntemleri

Uzun yıllar, ur ğ n uzaklaştırılmasında temel prensip olarak Black tarafından önerilen koruma ve retansiyon amaçlı genişletme ilkesi ile ur k dokunun yanında, restorasyonun retansiyonu amaçıyla sağlam diş dokusu ve koruma amaçıyla dişin ur ğe meyilli bazı anatomik yapıları da kaviteye dahil edilirdi (57). Ancak adeziv restoratif materyallerdeki gelişmelerle, sağlıklı diş dokularının korunmasını amaçlayan minimal invaziv yaklaşımlar gündeme gelmiştir (58,59). Bu amaçla pek çok farklı alet ve yöntem kullanılmaktadır. ur ğ  uzaklaştırmak amaçıyla kullanılan yöntemler şunlardır:

1. Geleneksel Yöntem
2. Sono-Abraziv Yöntem
3. Air-abraziv Yöntem
4. Air-polishing Yöntem

5. Kemo-mekanik çürük uzaklaştırma Yöntemi

6. Enzimler

7. Lazerler

1. Geleneksel Yöntem

Kliniklerde sıklıkla kullanılan geleneksel yöntem, aeratör ve mikromotor başlıklara takılan frezlerle yapılan preparasyonlardır. Uygulaması kolay ve hızlı olan bu yöntemde yüksek devirde yeterli soğutma olmazsa önemli düzeyde sürtünme ısısı oluşmaktadır. Yapılan çalışmalarda frez kullanımıyla pulpada 11°C'ye kadar ısı artışları belirlenmiştir (60). Bu düzeydeki ısı artışlarının pulpa dokusunda şiddetli hasar oluşturması olasıdır. Isı artışının kurutma (dessikasyon) etkisi de hasara eklenmektedir. Ancak araştırmalar su eşliğinde çalışıldığında pulpaya iletilen ısı artışının 2-4°C arasında kaldığını göstermiştir. Isı artışı yanında düşünülmesi gereken bir diğer olgu titreşimdir. Hızın artması ile dişte titreşim ve ağrı artmaktadır. Dişte mikro çatlaklar ve diş yapısında istenenden fazla madde kaybı olabilir. Oluşan sesin hasta açısından rahatsız edici olduğu bilinmektedir (61). Frezin tek noktada sabit tutularak kullanılmamasına dikkat edilmesi, hızın ve basıncın çalışma boyunca sabit olması, kullanılacak frezin tipinin ve boyutunun özenle seçilmesi ile frez kullanımından kaynaklı bazı sorunlar bir miktar azaltılmakla birlikte tamamen ortadan kaldırılamamaktadır (57).

2. Sono-Abraziv Yöntem

Fiziksel olarak diş sert dokularını kesebilme mekanizmasına sahip olmayan sono-abraziv cihazlar; yüksek frekanslı, sonik, 40 µm elmas aşındırıcı partikülleri bulunan uçlarla su soğutması altında çalışır. Yaklaşık 6.5 kHz (kilohertz)'lik titreşim yaparlar. Uygulama sırasında basınç artarsa titreşim azalmakta ve buna bağlı olarak da ucun kesme gücü azalmaktadır (60).

Bu yöntemle geleneksel yöntemde olduğu gibi preparasyon sırasında smear tabakası oluşur. Geleneksel yöntemle yapılan preparasyonlara göre %50 daha az iyatrojenik zarar oluşturduğu saptanmıştır (62). Komşu proksimal yüzeyleri ve

marjinal sırtı koruması, düşük mine kırığı riski, 90° boyun açısına sahip uçlarının bulunması sono-abraziv sistemin avantajları arasındadır. Bunun yanında özel alet gerektirmesi, yaklaşık 3 bar hava basıncına gereksinim duyulması, minenin preparasyon öncesi kaldırılması gereksinimi, sistemin pahalı oluşu, kalan marjinal sırtın derinliğinin bilinmiyor olması ise sistemin dezavantajlarından (60).

3. Air-Abraziv Yöntem

10-50 µm büyüklüğünde alüminyum oksit partiküllerinin 7-11 mb (milibar) (40-149 psi) hava basıncıyla dış yüzeyine püskürtülmesiyle oluşturulan aşındırma işlemidir. Yöntem kinetik enerjinin dentini aşındırması esasına dayanır (60). Kinetik enerjiyi soğurdukları için yumuşak materyalleri kesmede etkili olmayan ancak sert yapıları kolayca kesen air-abraziv yöntem, başlangıç düzeyinde çürüklerin uzaklaştırılmasında idealdir. Geleneksel yöntemle yapılan preparasyonlardan daha farklı olarak air-abraziv yöntemde kaviteler yuvarlak ve pürüzlü bir yüzey sergiler. Keskin hatlar oluşturulmak istenirse döner başlıklı aletlerle ilave preparasyon yapılır. Yapılan işlem sonrası smear tabakası oluşur (63).

İşlem sırasında ısı oluşumu ve titreşimin daha az olması ağrıyı azaltır. Yöntemin etkinliğinde hava basıncı, uygulama süresi, uygulama başlığının uç çapı, partikül hızı ve büyüklüğü önemli rol oynar. Sert ve büyük boyutlu partiküller yüzeye iletilen kinetik enerjiyi artırır ve yüzeyin daha pürüzlü olmasını sağlar (57,63). Bu yöntemin en önemli dezavantajı, kullanım sırasında oluşan yoğun toz partiküllerinin, hasta, hekim ve yardımcı eleman tarafından solunmasını önlemek amacıyla uygulanacak rubber dam ve kuvvetli aspirasyon zorunluluğudur (63).

4. Air-Polishing Yöntem

Yöntem air-abrazyona benzemekle birlikte bu sistemde hava basıncının yanı sıra su basıncından da yararlanır. Basıncılı hava ile püskürtülen, sodyum bikarbonattan oluşan aşındırıcı tozların, yoğun su spreyi ile karışması prensibiyle işlev gören bir sistemdir. Aşındırıcı tozlar, sodyum bikarbonatın yanı sıra ağırlıkça % 0.8 kalsiyum fosfat da içermektedir. Sistemin çalışması için 50-100 psi'lik hava ve 10-50 psi'lik su basıncı gerekmektedir. Aletin dişten uzaklığı 4-5

mm olmalı ve spreyn karonun 1/3 orta kısmına tutulması gerekir. Çalışma sırasında aletin el parçasının dişlerin vestibül ve lingual yüzleriyle yapması gereken açı ön dişlerde 60°C, oklüzal yüzeylerde 90°C ve arka dişlerde 80°C olmalıdır. Çalışma sırasında oluşan aerosol nedeniyle uygulayıcının maske ve gözlük takması, hastaların varsa kontakt lenslerini çıkarması gerekmektedir. Hastalara koruyucu gözlük takılması ve sodyum bikarbonatın kurutucu etkisinden dolayı dudakların kremlenmesi gerekmektedir (64).

Air-polishing yöntemi ile çürüğün uzaklaştırılmasından çok, diş yüzeyindeki birikintiler uzaklaştırılır. Aynı zamanda plak ve diş taşlarının ve yüzeyel mine lekelerinin uzaklaştırılmasında kullanılır (65). Dişler üzerindeki çukurcuk, fissür ve dar olukların temizlenmesinde diğer yöntemlere göre daha avantajlıdır. Ancak protetik ve restoratif uygulamaların cilasını bozabilir.

Air-polishing yönteminde oluşan aerosol sebebiyle, solunum sistemi hastalıklarında, hipokalemik hastalarda, kronik diyare veya böbrek yetmezliğinde, uzun süreli steroid tedavisi görmekte olanlarda ve elektrolit dengesini değiştirebilecek ilaç kullananlarda uygulanmamalıdır (64).

Air-polishing uygulaması sırasında, sadece hastanın bulunduğu yerde değil, 2-3 m mesafedeki havada bile mikroorganizma sayısında artış olmaktadır ve bu da çapraz enfeksiyonun kontrolü açısından önemlidir (65).

5. Kemo-mekanik Çürük Uzaklaştırma Yöntemi

Kemomekanik çürük uzaklaştırma yöntemlerinde amaç, sadece çürüğün remineralize olamayan, enfekte yüzeyel tabakalarının yumuşatılarak ekskavasyonunun kolaylaştırılmasıdır. Günümüze kadar geliştirilen çürük kaldırıcı kimyasal ajanlar, sadece bakteriyel kollajenazlar tarafından proteolize edilerek yapısı bozulmuş kollajen fibriller üzerine etki göstermekte ve sağlıklı dentin dokusuna zarar vermemeyi hedeflemektedirler (67).

Sadece çürük dentini uzaklaştırdığından derin çürük lezyonlarında pulpa odasının iyatrojenik perforasyonu oldukça azalmaktadır. Küçük kavitelere görüş sınırlı olduğundan dolayı frez kullanımı gerekmektedir (68,69).

Kemomekanik yöntemlerde lokal anesteziye ihtiyaç duyulmaması, frez kullanılmaması, böylece ses, vibrasyon ve ağrının azaltılmış olması bu yöntemin olumlu özelliklerindedir(68). Ağrının azalmasında çürük olmayan dentin kesim miktarındaki azalma ve buna bağlı olarak daha az sayıda dentin tübülünün açığa çıkmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Sessiz ve daha az travmatik olması nedeniyle özellikle bu yöntemle çocuk hastalar olumlu cevap vermektedir. Kemomekanik yöntemle çürük uzaklaştırma işleminin çok fazla zaman alması, çocukların bu durumdan olumsuz etkilenmesi, hekimin daha fazla teknik ve klinik efor sarfetmesi yöntemin olumsuz yönlerini oluşturmaktadır (70).

Diş çürüğünün organik yapısının büyük kısmını oluşturan kollajen ve onun en önemli amino asiti olan hidroksiprolinin kimyasal olarak çözünebileceği ve böylece çürük dentin yapısının bozularak yumuşatılabileceği düşüncesiyle, çürük kaldırmada kemomekanik yöntem ilk olarak %5'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) ile uygulanmıştır. Ancak proteolitik bir ajan olan NaOCl'in tek başına uygulanmasıyla sağlam diş dokusu için oldukça korozif etkiye sahip olması nedeniyle solüsyon yeniden formüle edilmiştir (70).

N-monokloroglisin (GK-101)

NaOCl kullanımı sonucu sağlam diş dokusunda oluşturduğu korozif etkisinden dolayı glisin, sodyum klorit ve sodyum hidroksitten oluşan Sorensen solüsyonu ile karıştırılarak tamponlanması amaçlanmıştır. Hazırlanan bu yeni solüsyonla N-monokloroglisin bileşiği (NMG) oluşmuş ve GK-101 solüsyonu olarak adlandırılmıştır (70).

Solüsyon hazırlandıktan 50 dakika sonra etkinliğini kaybetmektedir. Özel geliştirilmiş pompa sistemiyle çürük üzerine uygulanır ve yine tekrar aynı cihazın kazıyıcı ucu ile yumuşamış olan çürük diş yüzeyinden uzaklaştırılır (71).

N-monokloro-DL-2-aminobütirik asit (NMAB,GK-101E, Caridex)

N-monokloroglisinin (GK-101) içeriğindeki glisinin çıkarılıp, yerine aminobütirik asit ilave edilmesiyle daha etkili bir solüsyon elde edilmesi

hedeflenmiştir (70). Uygulama için Softclear GK-101 cihazı ve Caridex Caries Removal System kullanılmaktadır.

NMAB solüsyonu iki kısımdan oluşur: Birinci kısım solüsyonda sodyum hidroksit (NaOH), sodyum klorit (NaCl), aminobütirik asit ve distile su; ikinci kısım solüsyonda ise sodyum hipoklorit (NaOCl) ve distile su bulunur. Kullanımından hemen önce bu iki solüsyon karıştırılır ve karıştırıldıktan bir saat sonra etkinliğini kaybeder. Karıştırılan solüsyon, sistemin deposuna konulur ve vücut sıcaklığına getirilir. Daha sonra solüsyon, apareyin kazıyıcı ucundan lezyona püskürtülür ve çürük dentinin kollajenlerini denatüre ederek kaldırılmasını kolaylaştırır. Amino asit bazlı bir sistemdir ve yüksek (alkali) pH'ya sahiptir (71).

Bu yöntemin kısa raf ömrü, gerekli ekipmanın çokluğu ve önceden ısıtma gereksinimi, fazla miktarda solüsyon gerektirmesi, pahalı oluşu ve koltukta geçen sürenin artması gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır (70).

Carisolv:

Jel formunda geliştirilen Carisolv kemomekanik çürük kaldırıcı ajanın daha az miktarda kullanımı yeterlidir. Ayrıca Caridex çürük uzaklaştırma yöntemindeki gibi ısıtmaya gerek yoktur. İçeriğinde sodyum hipoklorit (0.5%), amino asitler (glutamik asit, lösin, lisin), jel madde (karboksimetilselüloz), sodyum klorit/sodyum hidroksit, salin solüsyonu ve kırmızı renklendirici (eritrosin) bulunur (70).

Enfekte dentin kaldırılmakta, etkilenmiş dentin korunmaktadır. Carisolv, sağlıklı dentine penetre olmaz ve bu nedenle direkt temas etmedikçe pulpa dokusuna zarar vermez.

Carisolv'ün kolay ve etkili kullanılabilmesi için özel el aletleri dizayn edilmiştir. Bu aletlerin uç kısımları çelik rond frezlere benzemektedir.

Bu sistem sayesinde çürüğün tamamen temizlendiği, sağlıklı diş dokularının korunduğu, özel enstrümanları sayesinde basıncın elimine edildiği ve çok az ağrı oluştuğu, bu nedenle de lokal anesteziye ihtiyaç kalmadığı ve çocukların büyük çoğunluğunun bu yöntemi tercih ettiği bildirilmiştir. Ancak sistemin en önemli dezavantajı olarak tedavi süresinin uzunluğu gösterilmektedir (70).

6. Enzimler:

Bu yöntemde daha çok kollegenaz ve preteolitik enzimler kullanılmaktadır. Henüz klinik çalışmaların eksik olması nedeniyle bu yöntemin kullanılabilirliği tartışmalıdır. Uygulandıktan ancak 2-5 saat sonra yumuşak çürüğe etki edebilmesi klinik uygulamasını kısıtlayan bir diğer nedendir (72).

7. Lazerler :

Dişte bulunan çürük dokuyu kaldırmak için kullanılan konvansiyonel mekanik yöntemlerin, sert dokuyu kaldırırken seçici olmaması, ağrı oluşturması nedeniyle anesteziye ihtiyaç duyulması gibi bazı dezavantajları vardır (77). Yüksek yoğunlukta ve 3-10 µm dalga boyu aralığındaki birçok lazer mine ve dentin tarafından çok iyi absorbe edilmektedir (73).

Karbondiyoksit ve Nd-YAG lazerlerin ancak yüksek yoğunlukta enerji ile sert dokuları buharlaştırabilmeleri, bu dokularda karbonizasyon, erime, çatlak oluşumu ve pulpada ısı artışına neden olmaları olumsuz yanlarındandır. Bu nedenle kavite preparasyonlarında Er-YAG lazerler tercih edilmektedir. Lazerler diş sert dokularında kullanılırken 3.3W ve üzeri daha yüksek dozlarda kullanılırlar. Bununla birlikte çürük kaldırılırken daha az hasar oluşmaktadır. Bu uygulama esnasında kavite steril edilmektedir. Çürük dokunun uzaklaştırılması işleminde altta bulunan sağlam doku korunmaktadır (60).

Lazer dokuda bulunan su tarafından yüksek miktarda soğurulma özelliğine sahiptir. Bunun sonucunda lazer enerjisiyle su molekülü içinde ısınma meydana gelerek kaynama noktasına ulaşır, genişler ve mikro patlamalar ile çevre doku küçük parçalara ayrılarak kaviteden dışarı atılır (60). Termomekaniksel ablasyon (aşınma) olarak adlandırılan bu yöntemle yapılan preparasyonlarda kavite yüzeylerinde mikro-tutucu alanlar oluşmaktadır. Oluşan mikro-tutucu alanlar diş yüzeyi ve kompozit arasındaki adezyonu güçlendirerek adeziv materyallerin asitle pürüzlendirme olmaksızın dişe bağlanmasını sağlar. Böylece asitle pürüzlendirme işlemi sırasında, asit ajanının uzun süre uygulanması ve asit kalıntılarının dentin kanallarından uzaklaştırılmaması nedeniyle pulpada toksik etkiye sebebiyet vermesi ve pürüzlendirme sonucu ağrı oluşması gibi komplikasyonlar önlenmiş olur. Ancak düz yüzey oluşturulması istendiğinde kron-köprü ve inlay

preparasyonları gibi, lazer uygulaması ardından pürüzlü yüzey ultrasonik aletlerin kullanımıyla düzeltilir (73).

Dokuların içeriğindeki su miktarına bağlı olarak lazerlerin gösterdiği etki değişir. Lazerin sağlam diş dokusunu koruyarak öncelikle çürük dokuyla reaksiyona girmesi bu özelliğinden kaynaklanmaktadır. Çürüğün su ve organik içeriği mine ve dentinden daha fazla olduğu için lazerle çürük uzaklaştırılırken sağlıklı yapılara oranla daha hızlı, kolay ve ağrısız çalışılır (60).

Lazerlerin diş üzerindeki termal etkisi diğer türlere göre oldukça az olmasına rağmen yine de soğutma yapılmadan çalışılmaya uygun değildir. Lazerle sert doku preparasyonu yapıldığı zaman konvansiyonel yöntemlere benzer şekilde ısı artışına yol açarak pulpada hasar oluşturabilir. Lazerle preparasyon su soğutması olmaksızın uygulanırsa diş sert dokularında da hasara neden olabilir (73,74).

Diş temas olmaksızın çalışıldığı için cihazın ucundan gelen su doğrudan preparasyon alanını soğutmaktadır. Lazerin ışınlama sırasında meydana getirdiği ısı değişimi su soğutması altında kullanıldığında 3°C'nin altına düşmektedir (60).

Lazerin diğer avantajları içinde hasta açısından basınç hissinin ve ağrının olmaması, anesteziye ihtiyaç duyulmaması, el aletlerinin rahatsız edici sesinin olmaması sayılabilir (73).

Lazer cihazları amalgam dolguların kaldırılmasında kullanılamamaktadır. Amalgam dolgu ışığı güçlü bir şekilde geri yansıtmaktadır. Bu lazerle meteryalin yeterli etkileşimini engeller. Ayrıca amalgamın içeriğinde bulunan civaya bağlı olarak zehirli buhar oluşabilir. Fosfat, karboksilat, cam iyonomer simanlar ve kompozitler ise lazerle rahatlıkla sökülebilmektedir (73).

Kavite Dezenfektanları

Kavite preparasyonunda Black'in koruma için genişletme prensibinin yerini minimal invaziv yaklaşımlara bıraktığı günümüzde, bu yaklaşımla açılan minimal kavitelere kalabilecek olan mikroorganizmaların inhibisyonu daha da önem kazanmıştır. Fenol, timol, gümüş nitrat, potasyum siyanit gibi eskiden kavite

dezenfeksiyonu amacıyla kullanılan bazı kimyasallar, pulpa dokusu üzerine iritan etkileri nedeniyle artık kullanılmamaktadır (75).

Kavite dezenfeksiyonunda sıklıkla klorheksidin ve benzalkonyum klorür içeren preparatlar önerilmektedir. Bunların dışında, sodyum hipoklorit (%5.25), hidrojen peroksit (%3), iyot, potasyum iyodür ve bakır sülfat da kavite dezenfeksiyonu amacıyla önerilmektedir (75). Günümüzde ise lazer ve ozon gazı da kavite dezenfeksiyonu için kullanılabilecek yöntemler arasında sayılmaktadır.

Sodyum Hipoklorit

Sodyum hipoklorit, dilüe kostik sodada sıvı veya gaz halinde bulunan klorinle reaksiyona girmesi sonucu oluşan yeşilimsi sıvı renkli bir sıvıdır (76).

Sodyum hipokloritin en önemli özelliklerinden biri çok geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajan olmasıdır. Bakterilere, bakteriyofajlara, sporlara, mantarlara ve virüslere karşı etkili olduğu kanıtlanmıştır. Düşük konsantrasyonlarda bile çok hızlı bakterisit etki gösterir. NaOCl'in doku çözücü etkisi ve antimikrobiyal özelliği hücre proteinlerini okside ve hidrolize edebilmesine, hipokloröz asit oluşturarak Cl açığa çıkarmasına ve osmotik aktiviteyle hücre dışına sıvı çekebilme kabiliyetine bağlıdır (77).

NaOCl'in antiseptik etkisinin yanında toksik etkisi de bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda insan nötrofil kemotaksisine zarar verdiği, fibroblast ve endotel hücrelere toksik etki gösterdiği bulunmuştur (76). Submukozal hemorajiler oluşturduğu, kollajende bazofilik dejenerasyonlar meydana getirdiği ve keratinize epitelyum hücreler dışındaki tüm hücreler için sitotoksik olduğu belirtilmiştir (77).

Hidrojen Peroksit

Hidrojen peroksit; renksiz, kokusuz bir sıvıdır. Su ve oksijen vererek kolayca bozular. Dokularla; özellikle, üzerinde ölü hücre ve cerahat bulunan dokularla temasında su ve oksijene ayrışması sonucu serbest kalan oksijen sebebiyle, hidrojen peroksitin antiseptik etkili bir madde olduğu ileri sürülmektedir (60).

Kavite dezenfektanı olarak kullanımında kavite duvarlarının % 2-3'lük hidrojen peroksit emdirilmiş pamuk pelet ile temizlenmesi tercih edilen bir yöntemdir. Antibakteriyel etkisinin yanında gösterdiği köpürme etkisiyle kavite duvarlarının temizlenmesine yardımcı olur. Katalaz aktivitesi negatif olan bakteriler peroksiti bozmadığı için hidrojen peroksite hassastır. Bunun yanı sıra katalaz aktivitesi pozitif olan stafilokok gibi mikroorganizmalar bu şekilde oksidasyon zararından korunabilirler. Ancak bu savunma mekanizması yüksek konsantrasyonlardaki hidrojen peroksit kullanımında ortadan kalkmaktadır (78).

Klorheksidin Glukonat

1953 yılından beri genel tıpta yaygın kullanıma sahip olan klorheksidin sentetik bir kemoterapötik ajandır. Dış hekimliğinde daha çok klorheksidin diglukonat halinde kullanılır. Diğer klorheksidin tuzlarının aksine suda serbestçe çözünür. Fizyolojik pH'da pozitif yüklü klorheksidin bileşenlerine ayrışır (76).

Klorheksidin pH'sı 5.5 ile 7 arasında yüksek antimikrobiyal etki gösterir. Geniş spektrumlu antibakteriyel etkinliğe sahip olan klorheksidin gram(+), daha aza oranda gram(-) fakültatif anaerob ve aerob mikroorganizmalar üzerine bakteriyostatik ve bakterisidal etki gösterir (79). Mantarlara karşı da etkili bir antiseptiktir. *Enterococcus faecalis* üzerine de etkili olduğu gösterilmiştir(80).

Sporlu bakteriler, mikobakteriyumlar ve bazı virüslere karşı ise etkisizdir. Laktobasillerden özellikle *L. casei*'nin klorheksidine karşı oldukça dirençli olduğu bildirilmiştir (79).

Düşük konsantrasyonda bakteriyostatik ve yüksek konsantrasyonda bakterisit etki gösterir. Düşük konsantrasyonlarda hücre membranı enzimlerini inhibe eder. Bu enzimlerin inhibisyonu sonucu hücre zarının geçirgenliği artar. Bu etki bakteriyostaz olarak adlandırılır. Yüksek konsantrasyonlarda sitoplazmik organellerin presipitasyonuna yol açarak bakterisit etki gösterir. Hücre duvarını parçalayarak hücre içi komponentlerin hücre dışına çıkmasına neden olur (76). Klorheksidini diğer antiseptiklerden ayıran en önemli özellik organik ve inorganik yapılara bağlanma yeteneğidir.

Pozitif yüklü olduğundan hücre duvarı, ekstraselüler polisakkaritler, hidroksiapatit, pelikül, tükrük münleri ve oral mukoza gibi negatif yüklü

moleküllere afinite gösterir. Ayrıca klorheksidin uzun süre antimikrobiyal etki gösterir. Bu etkisi solüsyonun bağlandığı bu dokulardan yavaş salınım yapmasından kaynaklanır (76).

Klorheksidin mutans streptokoklara ve dentin çürüklerine karşı en etkili kemoterapötik ajanlardan olduğunu gösteren çalışmalar yapılmıştır. Bu sebeple S. Mutans'ın baskılanmasında ve çürüklerin önlenmesinde topikal etkili klorheksidinli jeller, vernikler, ve gargaralar kullanılmaktadır (81). Kavite dezenfeksiyonunda etkili antimikrobiyal aktivitesi yanında, doku irkiltici etkiye sahip olmaması, koku ve tadının hastalar tarafından tolere edilebilir olması avantajlarından (76). Bu nedenle kavite dezenfeksiyonu amacıyla kullanımı gündeme gelmiştir. Klorheksidin glukonat esaslı solüsyonların, mikroorganizmalar üzerindeki antibakteriyel etkinliği yapılan çeşitli çalışmalarla gösterilmiş ve preparasyon sonrası kavitede kalan rezidüel mikroorganizmaların azaltılmasında veya eliminasyonunda kullanılabileceği öne sürülmüştür (82-84).

Uzun süreli kullanımı sonucu tat alma duyusunda bozulma, metalik tat, dil ve dişte renkleşme, eritem, ürtiker, nazal konjesyon, bronkospazm, öksürük gibi aşırı duyarlılık semptomları, stomatit, glosit, konjiktiva ve muköz membran irritasyonları görülebilen yan etkileri arasındadır(85).

Klorheksidin sulfaktanlar ile inaktive olduğundan dolayı macunların içine katılmaz. Ayrıca hastalar diş fırçalama öncesi ve sonrasında 30 dakika boyunca klorheksidinli gargara kullanmamaları konusunda uyarılmalıdır (86).

Benzalkonyum Klorür

Benzalkonyum klorür hem temizleyici hem de antiseptik etkili, deterjan orjinli bir dezenfektandır. Klorheksidin gibi katyonik yapıda olan yüzey aktif ajanlardandır. Kuaterner amonyum bileşikleri hidrofilik ve hidrofobik gruplara sahiptir. Böylece bakteri ile iyonik ve hidrofobik etkileşimler meydana gelir. Materyal, gram(+) bakterilere, bakteri hücre duvarının teichoic asitlerinin fosfat gruplarına katyonik bağlanarak etki gösterir. Gram(-) bakterilere ise, hücre duvarlarındaki fosfat gruplarına ve membran lipopolisakkaritlerine katyonik bağlanma yoluyla etkili olduğu düşünülmektedir (87).

Gram(+) ve bazı gram(-) bakterilere karşı bakterisidal etkilidir. Spor oluşturan mikroorganizmalar, mycobacterium tuberculosis ve virüslere karşı ya zayıf etkilidir ya da hiç etki göstermez (82,83). Lipoprotein ağırlıklı yapıda hücre duvarına sahip mikroorganizmalarda, benzalkonyum klorür, bu yapıyı etkileyerek ve sitoplazmik membranın selektif geçirgenliğini bozarak bakterisidal etki gösterir (87).

Benzalkonyum klorür; sabunlar, diğer anyonik surfaktanlar, sitratlar, nitratlar, permanganatlar, salisilatlar, gümüş tuzları, çinko oksit ve sülfat ile geçimsizdir (90). Klorheksidin gibi rezidüel antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirtilen Benzalkonyum klorürün kavite dezenfeksiyonu dışındaki kullanım alanlarında nadir de olsa hipersensitivite reaksiyonları bildirilmiştir (82).

Yapılan çalışmalarda, benzalkonyum klorürün, Streptococcus mutans, Streptococcus salivarius, Actinomyces viscosus, L.acidophilus, ve Staphylokokus aureus gibi mikroorganizmalar üzerinde güçlü bir antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu gösterilmiş ve bu preperatın, restorasyon öncesinde kavitedeki rezidüel mikroorganizmaların eliminasyonu amacıyla kullanımının uygun olacağı belirtilmiştir (82-84).

Lazerler

LASER ingilizce '*light amplification by stimulated emission of radiation*' kelimelerinin başharflerinin biraraya getirilmesi ile oluşturulmuş bir kısaltma olup radyasyonun uyarılmış emisyonu ile ışığın güçlendirilmesi anlamına gelmektedir. Lazer ortamı olarak bilinen katı, sıvı veya gazla dolu bir odacığın, dışsal bir etken ile stimülasyonu sonucu lazer ışını oluşmaktadır (88).

Lazerler, enerji yüklenmiş atomların foton salınımını kontrol eden cihazlardır. Bir lazer cihazında, atomları uyarılmış safhaya getirmek için ışının oluşturulacağı 'aktif lazer ortamı' enerji aracılığıyla pompalanmaktadır. Bu enerji, kuvvetli bir flaş ışığı veya elektriksel boşaltım şeklinde olup bu yolla çok sayıda yüksek enerjili elektron oluşturulur. Uyarılmış elektron kazandığı enerjiyi foton şeklinde salmak için daha kararlı bir yörüngeye iner. Salınan ışık partikülü, salınma anında elektronun sahip olduğu enerjiye göre belli bir dalga boyu ve bu

dalga boyunu temsil eden bir renge sahip olur (88). Elektronları eşdeğer seviyedeki iki benzer atomun saldığı fotonun rengi ve dalga boyu da aynı olacaktır. Lazer ışığının fiziksel özellikleri şöyle sıralanabilir:

1. Lazer ışığı monokromatiktir. Tek renk ve tek dalga boyuna sahiptir.
2. Lazer ışığı koherent'dir yani salınan ışık dalgası organize hareket eder.
3. Lazer ışığı doğrusaldır (89).

Oluşan ışık, cihazın içerisinde lensler yardımıyla odaklanarak genellikle bir fiberoptik iletici vasıtasıyla kullanılacak sahaya yönlendirilir. Bazı lazer sistemleri kesintisiz, sürekli lazer ışığı sağlarken bazı cihazlarda kullanılan metal perdeciklerle, ışığın pulsatif akımı sağlanır. Lazer ışığında meydana gelen bu kesinti gözle farkedilemeyecek kadar kısa zaman aralığında gerçekleşmektedir. Lazer ışığının kesikli olarak kullanımının amacı, yüksek güçte, kısa süreli atımlar uygulayarak çevre dokuların ısınması ve hasarı için gereken sürenin minimumda tutulması olarak açıklanabilir (90). Bazı sistemlerde ise enerji bir süre biriktirilip, daha kısa bir zaman diliminde salınmaktadır. Bu yöntemle çok daha fazla enerji içeren bir atım elde edilebilmektedir. Bu şekildeki lazer atımına pulsatif lazer akımı denir.

Diyot Lazer

Diyot lazerler portatif ve küçük tasarımıyla ofis bazlı kullanımlar için idealdirler. Az yer kaplarlar, ucuz ve etkilidirler, kolay taşınabilirler.

Diyot lazerlerinde katı aktif ortam vardır. Elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürmek için İndiyum, Galyum, Arsenid, Alüminyum gibi elementlerin kombinasyonu kullanılır. Diyot lazerleri ağız-diş cerrahisinde kullanılabilirler. Alüminyum galyum arsenik (AlGaAs) içeren diyot lazerler 800 nm, indiyum, galyum, arsenik (InGaAs) içerenler 980 nm dalga boyunda emisyon yapmaktadırlar. Esnek fiberoptik sistem ile devamlı-dalga ve pulsatif (nabızsal) modda, temas eden ya da temas etmeyen başlıklarla kullanılabilirler (91).

Argon lazere benzer şekilde yüksek oranda hemoglobin ve diğer pigmentler tarafından absorbe edilir. Yumuşak doku cerrahisinde kullanımı tercih edilir.

Hemostazı sağlar ancak argon lazer kadar hızlı etki göstermez. Diş yapısı tarafından iyi absorbe olmadığından yumuşak doku cerrahisinde güvenle mine, dentin ve semente yakın kullanılabilir. Dişetin kesilmesi, pıhtılaştırmada, sulkuler debridmanda, yumuşak doku küretajında mükemmeldir. Tedavi alanında kalın bir pıhtı tabakası oluşturur. Kullanımı elektrokoterizasyona benzerlik gösterir. pıhtı tabakası bir sığırın ağız yumuşak doku insizyonunda in-vitro olarak 1mm gözlenmiştir (91).

Diyot lazerin doku penetrasyonu Nd:YAG lazerden daha az olmasına rağmen ısı oluşum miktarı daha fazladır (94). Dokuda neden olduğu hızlı ısı artışından dolayı devamlı salınım modu dikkatli kullanılmalıdır. Nd:YAG lazerlere göre daha az optik penetrasyon özelliği vardır. Yüzeyel ya da çatlak lezyonların tedavisinde daha faydalıdır. Periimplantitis tedavisinde implant yüzey değişimine neden olmadan bakterisid etki sağlar. Dudak ve yanaktaki müköz retansiyon kistlerin ve ranulaların eksizyon veya marsüpyalizasyonunda, oral mukozada premalign lezyonların tedavisinde, düşük rekkürrens gözleendiği için kullanılabilceği söylenmektedir (91).

Diyot lazerin dokulardaki absorpsiyon oranı; minede %5, dentinde %30, çürük dokusunda %35, yumuşak doku/kanda %60, yansıma oranı; minede %15, dentinde %20, çürük dokusunda %3, yumuşak doku/kanda %20'dir (91).

Ozon Gazı

İlk kez 1940 yılında Christian Freidrich Shoenbein isimli kimyager tarafından keşfedilen gaz, Yunancada 'koklamak' ya da 'tanrının nefesi' anlamına gelen OZONE adını vermiştir. Ozon terapötik olarak ilk kez 1870 yılında kanı temizlemek amacıyla kullanılmıştır. Birinci Dünya Savaşı döneminde ozon, yaraların tedavisinde, kangrene yol açan ayak rahatsızlıklarının ve kangrenin tedavisinde kullanılmıştır (92).

Ozon atmosferin üst tabakalarında üretilen ve havadan daha ağır olan bir gazdır. Yer çekiminin etkisiyle dünyaya doğru inerken kirli atıklarla reaksiyona girerek havanın temizlenmesini sağlar. Ozon moleküllerinin dünyaya yaklaşırken atmosferdeki su moleküllerine bağlanması sonucunda su moleküllerinin bir bileşeni olan hidrojen peroksit oluşur. Bu durum yağmur suyunun neden musluk suyundan daha temiz olduğunun sebebi olarak gösterilmektedir (92).

Ozon oluşumu moleküler oksijenin (O_2) yüksek enerji alarak ışıksal ayrışma reaksiyonu sonucu iki aktif oksijene dönüştürülmesi ile gerçekleşir. Yüksek enerji kaynağı UV (ultraviyole) ışını, kimyasal veya elektriksel enerji olabilmektedir. Aktif oksijen bileşik oluşturmak için ortamda bulunan O_2 ile ozon gazı (O_3) oluşturur. Saf oksijeni yüksek bir voltaj değişimine (5-13 megavolt) maruz bırakan medikal jeneratörler %95'den az O_2 %5'den fazla ozon gazı içeren gaz karışımı üretirler (92).

Oksijene göre 1.6 kat daha yoğun ve suda 10 kat daha fazla çözünebilen ozon üçüncü en potansiyel oksitleyici moleküldür. Kararsız bir gaz olan ozon saklanamamakta ve üretildiği anda kullanılması gerekmektedir (93).

Diğer gazlar gibi ozon da saf suda basınç, sıcaklık ve konsantrasyona bağlı olarak çözünmektedir. Ozonlu su olarak birkaç gün aktif olarak saklanabilen ozon; plazma, lenf, idrar gibi biyolojik sıvılarda ise hemen reaksiyona girerek O_2 ve O 'ya dönüşür.

Doğru dozaj ve konsantrasyonda kullanımının güvenli, etkili ve yan etkisiz olduğu düşünülen ozonun tedavisinde kullanıldığı hastalıklar şöyle sıralanabilir: kan dolaşım problemleri, kan şekeri dengelenmesi, aşırı ürik asit seviyeleri, aşırı kan lipit seviyeleri, virüs, bakteri, mantar kaynaklı kronik-akut enfeksiyonlar, migren, akne, immün sistemin genel zayıflığı, ciddi cilt hastalıkları, bronşial astım, egzema, kanserde destek tedavi ve alerjiler(94-97).

Ozon terapi ilaç olarak düşünülmemelidir. Vücudun yeniden sağlığına kavuşmasında bir araçtır. Yapılan çalışmalarda insan kanına belli konsantrasyonda ozon uygulanması ile immün sistemin aktive olduğu ve ilgili kan hücrelerinin sayısında artışlar olduğu saptanmıştır (94,98). Ancak terapötik etkinin sağlanmasında doğru konsantrasyon ve doğru zaman aralıkları ile uygulanması gerekmektedir. Ozon uygulaması ile sağlanan oksijen metabolizmasının gelişimi, bağışıklığın sağlanması, hücre enerjisinin artması, anti-oksidan aktivasyonu gibi biyolojik etkilerinden dolayı tıp alanında kullanımı yaygınlaşmıştır (96,99).

Ozon üç şekilde uygulanmaktadır: otohemoterapi, rektal uygulama ve topikal uygulamalar.

Otohemoterapi :

Major Otohemoterapi: Damar yolundan özel bir sistemle alınan 200 ml kan ozon ile karıştırılır ve ardından oksijenle yıkanan kan serum sistemiyle aynı damardan vücuda geri verilir. İşlem 15-20 dakika sürer.

Minor Otohemoterapi: Damardan alınan 5-10 ml kan ozon ile karıştırılarak tekrar damar yoluyla vücuda verilir. Bu yöntem daha çok alerjik hastalıklar ve genel olarak bağışıklık sisteminin güçlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Rektal uygulama:

Bu yöntem ile uygulanan gazın barsak çeperi tarafından hızla emilimi beklenir. Özellikle barsakların enflamatuar hastalıklarında (kolit, crohn) yoğun kullanılır. Hastalar kendi kendilerine de uygulayabilmektedir (97).

Topikal uygulamalar:

Eklem İçi Uygulama: Ozon gazı ağırlı iltihabi eklem içerisine yavaşça enjekte edilerek uygulanmaktadır.

Ozonlu Su: Ozonun sudan geçirilmesiyle elde edilen ozonlu su cilt enfeksiyonları, yaralar ve yanıkların temizlenmesinde kullanılabilir. Dişeti hastalıkları, aftlar, cerrahi sonrası pansuman amacıyla da uygulaması yaygındır.

Torbalama Yöntemi: Kapalı bir sistemde özel bir bot veya torba içerisinde dolaştırılarak vücudun farklı bölgelerine uygulanır. Bu yöntemle ülselerin, yaraların, açık yaraların, ameliyat sonrası oluşan lezyonların tedavisinde kullanılır.

Ozonlu Yağ: Asit derecesi düşük saf zeytin yağının içerisinden özel yöntemlerle ozon gazının geçirilmesiyle ozonlanan yağ özellikle ciltte görülen sivilce, egzema, uçuk, böcek ısırıkları, mantar, yatak yaraları gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır.

Ozon Sauna: Ozon gazı sauna kabini içinde baş dışarıda kalacak şekilde belirli basınç ve sıcaklıkta vücuda periyodik olarak uygulanır.

Ozonun okside edici etkisi kanda bulunan konsantrasyonuna bağlıdır. Kanda lenfosit, monosit, granülosit, platellet, eritrosit gibi yapılarla reaksiyona girerek önemli anti-oksidan sistemler aktive olmakta ve anti-oksidan enzimler üretilmeye başlanmaktadır. Ancak önerilen dozun üzerinde kullanımı sitotoksik etkiye neden olarak hemoliz oluşturmaktadır (92,97,100).

Ozon Toksisitesi

1984 yılında Almanya'da gerçekleşen emboli nedenli ölüm vakasından sonra birçok ülkede damar içi ozon kullanımı tıbbi yetki olmadan kullanılamamaktadır. Ozonun bildirilen yan etkilerinin kullanım hatalarından kaynaklı lokal etkiler olduğu bildirilmektedir. Özellikle ozonun solunması solunum sistemi ve diğer organlar için toksik etki oluşturmaktadır. Bilinen yan etkileri arasında üst solunum yolu irritasyonları, rinit, baş ağrısı, öksürük, nadiren bulantı yer almaktadır. Bunun dışında ozonun yan etkileri yok denecek kadar azdır. İntoksikasyon durumunda hasta sırt üstü yatar pozisyona getirilir, nemli oksijen solutulur, ve hastaya askorbik asit, E vitamini ve nasetilsistein verilir (101).

Ozonun kullanımının kontendike olduğu bazı durumlar bulunmaktadır.

Bunlar:

- Glukoz 6 fosfat dehidrogenaz enzim eksikliği (favizm),
- Hamilelik,
- Anjiotensin çevirici enzim (ACE) inhibitörü tedavisi görenler,
- Hipertiroidi,
- Şiddetli anemi
- Kanama bozukluğu,
- Kontrol altına alınamayan kardiyovasküler hastalıklar,
- Astım şeklinde sıralanabilmektedir (101).

Diş Hekimliği Alanında Ozon Kullanımı

Ozon, bakterilerin hücre duvarlarını ve hücre çeperlerini okside ederek yok eder. Bu oksidasyon reaksiyonu ozonu çok etkili bir bakterisidal ajan haline getirir. Güçlü oksidatif etkisi sayesinde ozon çürük dokusunu koruyan protein tabakayı ortadan kaldırır ayrıca bakterilerin yaşaması ve yayılımı için gerekli biyomolekülleri de okside eder. Bakteri popülasyonu üzerindeki yok edici etkileri yanında bakteriler tarafından üretilen ve çürüğün ilerlemesinde rolü olan prüvik asiti okside ederek asetat ve karbondioksit oluşturmaktadır. Prüvik asite oranla asetat daha alkalen bir yapı gösterir. Oluşan alkalen ortam çürük lezyonunda mineral yığılmasını kolaylaştırmaktadır (92).

Çürük lezyonlarında ozon kullanımıyla ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan in vitro çalışmalarda pit ve fissür çürüklerinde, kök çürüklerinde ve kavitasyon oluşturmamış oklüzal çürük lezyonlarında ozon kullanımı sonrası mikroorganizma sayısında önemli azalmalar görülmüştür. Aynı in vitro çalışmada 10 saniye ozon gazı uygulaması ardından streptokokus mutans ve streptokokus sobrinus sayısında azalma tespit edilmiştir (101).

Bazı araştırmacılar ozonun çürük lezyonlarındaki etki mekanizması için artı hipotezlerde bulunmuş ve ozonun yüksek oksidatif etkisinin demineralize dentinin remineralizasyonunu kolaylaştırabileceğini söylemişlerdir (118).

Abu-Naba'a ve arkadaşları başlangıç düzeyindeki pit ve fissür çürüklerinde yaptıkları in-vitro çalışmalarda lezyonlarda remineralizasyon gözlendiğini bildirmişlerdir (102). Holmes'ün başlangıç düzeyindeki pit ve fissür çürüklerinde ozon uygulaması sonrası 12 aylık takip sonrası remineralizasyon gerçekleştiğini bildirmiştir (103).

Kavitasyon oluşmuş pit ve fissür çürüklerinde ise ozon remineralizasyonu sağlamak amacıyla uygulandıktan sonra kavitenin cam iyonomer siman(CIS) veya kompozit ile restorasyonun yapılması önerilmektedir. Bunun yanında ozon, koruyucu tedavi olarak fissür örtücü uygulamaları öncesinde de uygulanabilmektedir (103).

Holmes tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışma ise süt dişlerinde yapılmıştır. Çürük lezyondaki yumuşak eklentiler sert tabaka hissedilene kadar el aletleri ile temizlendikten sonra kaviteye ozon uygulanmıştır. Sonrasında lezyon yüzeyine remineralize edici solüsyon tatbik edilmiş ve CIS ile restore edilmiştir (104). Geleneksel tedavilerle yapılan karşılaştırmada 18 ay sonunda ozon tedavisi uygulanan dişlerde %3, geleneksel tedavi yöntemi uygulanan dişlerde %30 pulpa nekrozu gözlenmiştir.

Derin dentin çürüklerinde de kullanılabilen ozonun etkili olabilmesi için yumuşak eklentiler ve enfekte dentin sert doku hissedilinceye kadar temizlenir. Temizlenen kaviteye ozon uygulanır. Kaviteye ozon tatbiki sonrasında

remineralize edici solüsyon uygulanarak açık bırakılıp, hasta kontrollere çağrılır ya da kavite CIS veya kompozit ile restore edilerek kapatılabilir (92).

Yapılan klinik çalışmalara göre ozonun primer kök çürükleri üzerindeki etkinliği geleneksel yöntemlere önemli bir alternatif oluşturmaktadır (105). Diş dokusundan madde kaldırmadan ozon uygulanıp mineralize edici solüsyon uygulanarak çürüğün remineralizasyonu sağlanabilir (106).

Baysan ve arkadaşlarının başlangıç kök yüzey çürüklerinde mikroorganizma sayısındaki değişimi araştırdıkları çalışmada mikroorganizma sayısının azaldığı ve çürük lezyonunda remineralizasyonun başladığı bildirilmiştir (99,106-109).

Devital dişlerin beyazlatılmasında kullanılan ajanlar hidrojen peroksit, sodyum perborat ve karbomit peroksitin güçlü oksidasyon özelliği bulunan ozon ile birlikte kullanılarak etkinliklerinin artırılabilir olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmaya göre dışsal renklemelerde ozon uygulama süresi arttırıldıkça beyazlatmadaki başarı artmaktadır (110). Ratlar üzerinde yapılan çalışmada tetrasiklin renklemesi olan dişlerin ozon ile beyazlatılmasında da başarı sağlanmıştır (111). Ancak yapılan çalışmalar halen devam etmektedir.

Endodontik tedavi kanalındaki enfeksiyonun mekanik ve bakteriyel kombinasyonla elimine edilmesini içerir. Endodontik yıkama solüsyonları antimikrobiyal olduğu kadar periapikal dokular için toksik olmamalıdır (112). Siqueira ve ark. kemomekanik preparasyon boyunca yıkama solüsyonlarının kullanımının öneminden bahsetmişlerdir. Sodyumhipoklorit günümüzde güçlü antimikrobiyal etkisi ve etkin doku çözücülüğü nedeniyle kanal yıkama solüsyonu olarak tercih edilmektedir. Ancak yüksek konsantrasyonlarda toksik oluşu, dentini zayıflatarak kırılma yapmasını dezavantajlarından (113).

Kanal dezenfektanı olarak ozonun kullanımı ilaç direnci geliştirmeden güçlü antiseptik etki göstermesi nedeniyle yeni alternatif tedaviler arasındadır (112). Siqueira ve arkadaşlarının kalsiyum hidroksit ve ozon yağının, periapikal lezyonların oluşumuna neden olan bakteriler üzerindeki etkilerini değerlendirdiği çalışmada ozon yağının daha etkili olduğunu belirtmiştir (113).

Ozonun kök kanal sisteminin en dirençli bakterilerinden *Enterococcus faecalis* üzerinde etkili olduğu ve 10, 20, 30, 60 saniyelik farklı uygulama sürelerinde bile mikroorganizmaları yok ettiği bildirilmiştir (114).

Nayagoshi ve ark. *Enterococcus faecalis* ve *S. mutans* ile kontamine dentin tübüllerinde ozonlu su ve % 2.5 NaOCI'nin etkinliği karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda ozonlu suyun mikroorganizma sayısını daha fazla azalttığı bulunmuştur (115).

Ozon apikal foramen aracılığı ile periapikal dokulara ve kemik dokusuna ulaşabildiği böylece bu dokulardaki hücrel iyileşme ve yenilenmeyi teşvik ettiği belirtilmektedir (115,116).

Dentin tübüllerinin açığa çıkmasıyla oluşan ve sık rastlanan bir rahatsızlık olan dentin hassasiyeti, tübüllerdeki sıvı hareketiyle açıklanmıştır. Dentin hassasiyetinde tedavi yöntemleri genellikle direkt olarak dentin tübüllerini kapamaya yöneliktir. Ancak dentin tübüllerinde varolabilen ve hassasiyete yol açan bakteriler üzerinde bu yöntemlerin hiçbir etkisi yoktur. Ozon tedavisi ile dentin tübüllerinde varolabilecek bakteriler yok edilirken, dentin tübülleri açık hale gelir, mineral girişi kolaylaşır. Ozon uygulamasını takiben remineralize edici solüsyon uygulanması tavsiye edilen bir yöntemdir (92).

Ozon aynı zamanda dil yaraları, aftöz ülserler, kuru soketler gibi yumuşak doku lezyonlarının tedavisinde kullanılabilir. İmplant uygulamalarında ise; implant uygulaması öncesinde ve hemen sonrasında ozon tatbik edilerek yara iyileşmesi arttırılır ve immün sistem aktive edilir (93).

Diş hekimliğinde ozon tedavisinin avantajları;

- Ozon tedavisi hastaya ağrı hissi yaşatmayan bir tedavi yöntemidir. Bu nedenle çürük lezyonu temizlenirken lokal anesteziye gerek duyulmamaktadır.
- Geleneksel çürük temizleme yöntemleri kullanılmadığından gürültülü el aletleri, su spreyi veya tükürük emiciye gerek yoktur. Non invaziv yöntemdir.
- Geleneksel yöntemler gibi tedavi süresi uzun sürmez.

Dentin Adeziv Sistemlerde Antibakteriyel Aktivite

Diş hekimliğinde karşılaşılan en yaygın problemlerden biri diş çürüğüdür. Aynı zamanda diş restorasyonlarını takiben karşılaşılan en yaygın komplikasyonlardan biri de rekürrent çürüklerdir. Araştırmacılar rekürrent çürük, pulpa enfeksiyonu ve pulpa nekrozunun birincil nedeninin mikrosızıntı olduğunu belirtmişlerdir (117). Enfekte olmuş dentin mekanik olarak temizlendikten sonra açılan kavitenin yetersiz sterilizasyonu mikrosızıntıya neden olmaktadır. Ayrıca yeni geliştirilen dentin adeziv sistemlerin üstün bağlanma ve örtüleme özelliklerine rağmen, in-vivo şartlarda adeziv-dentin arayüzünün bütünlüğünün uzun süre korunamadığını bildiren çalışmalar vardır (2). Restorasyon sonrası karşılaşılan başarısızlık nedenlerinden çürük rezidivi ve rekürrent çürüklerinin önlenmesi amacıyla dentin adezivlerin antibakteriyel aktiviteleri araştırılmaya ve geliştirilmeye başlanmıştır.

Antibakteriyel özellik kazandırılması amacıyla geliştirilen dentin adeziv sistemler içeriklerine eklenen antibakteriyel maddelerle mikroorganizmalara karşı etkili olmuşlardır. Örneğin; glutraldehitin ilavesiyle antibakteriyel özellik gösteren dentin bağlayıcı sistemlerin streptococcus, lactobacillus ve actinomyces'ler üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir (122,155).

Antikaryojenik etkisi sebebiyle florür içeren dentin bağlayıcı sistemler geliştirilmiş ancak sınırlı antibakteriyel özellik göstermiştir (119-121).

Primer ve adezivin dentine bağlantısını arttırmak için içerdiği monomerler asit yapısındadır. Bu monomerleri içeren dentin bağlayıcı sistemler kısmen asidik olduklarından dolayı azda olsa antibakteriyel özellik gösterebilir (123). Ancak aside dirençli bakteriler üzerindeki etkinlikleri şüphelidir.

İmazoto ve arkadaşları 1994 yılında uzun süredir üzerinde çalıştıkları antibakteriyel bir monomer geliştirmişlerdir. Bu monomer bir antibakteriyel ajan ve polimerize olabilen bir methacryloyl grubunun kombine edilmesiyle sentezlenmiştir.

12-methacryloyloxydodecylpyridiniumbromide (MDPB) isimli antibakteriyel

monomer diğer monomerlerle kopolimerize olduğundan sertleşme reaksiyonu sonunda polimer ağın içinde immobilize olur. Antibakteriyel bileşen salınımı yapmadan antibakteriyel etkinlik gösterebilir (2). Polimerizasyon öncesinde bakterisid etki gösteren MDPB kavitede bulunan rezidüel bakterileri inaktive edebilirken, polimerizasyon sonrası stabil hale gelerek kontakt inhibitör gibi davranarak bakteri kolonizasyonuna engel olur (117).

Araştırmacılar, %1– 5 arasında değişen konsantrasyonlardaki MDPB'nin self-etching adeziv sistemin primerine eklenmesiyle materyalin S.mutans, A. Viscosos ve lactobacilus' lara karşı etkili olduğunu bildirmişlerdir. Dentin adeziv sistemde MDPB konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak antibakteriyel etki artmıştır (2).

Mikrosızıntı Teşhis Yöntemleri

Bakterilerin, ağız sıvılarının, moleküllerin ve iyonların kaviteye uygulanan restorasyon materyali ile kavite duvarı arasındaki geçişi mikrosızıntı olarak tanımlanmaktadır (124). Mikrosızıntı yapılan restorasyonların prognozu açısından önemli bir kavramdır. Diş hekimliğindeki gelişmelere rağmen sadece protetik değil restoratif diş hekimliğinde de diş- restorasyon arasında gözlenen mikrosızıntı hala başarısızlık nedeni olarak görülmektedir. Mikrosızıntı sonucu dişlerde marjinal renklenme ve kırık, sekonder çürük, korozyon, hassasiyet, pulpa iltihabı gibi olumsuzluklar görülebilmektedir. Mikrosızıntı oluşumunun ana nedeni olarak restorasyon materyallerinin adaptasyon problemleri ve diş yapısına bağlanırken yaptıkları büzülme olarak göstermektedir (125).

Restorasyonla kuron marjini arasındaki özel tipteki sızıntıyı tanımlamak için son yıllarda 'nanosızıntı' terimi kullanılmaktadır. Mikrosızıntıdan bağımsız olan nanosızıntı, asitleme işlemi sırasında oral ve pulpal sıvıların, asit gibi hibrit tabakanın içinde veya yakınında bulunan gözeneklerden girmesiyle oluşur(127).

Sızıntı çalışmaları in vivo ve in vitro olarak yapılmakla birlikte en çok in vitro çalışmalar kullanılmaktadır. İn vitro çalışmada ağız ortamının taklit edilmeye çalışıldığı bir model yöntemi ve model kullanılmadan sadece materyal davranışının test edildiği yöntem olarak iki kategoriye ayrılır(124). İn vivo test yöntemlerinde, ağız içi ortamda bulunan restorasyonun kenarlarının durumu, renk

değişikliği, radyolojik görüntüsü ve sond yardımıyla bölgenin kontrolü sonucu elde edilen değerlerin değerlendirme kriterlerine göre karşılaştırmalı olarak incelenmesi yöntemidir. Bu işlemler hem güç hem de zahmetlidir. Bu nedenle sızıntı değerlendirmeleri in vitro koşullarda yapılmaktadır.

Boyama Yöntemi:

Mikrosızıntı ölçümünde en çok tercih edilen analiz yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde kenar sızıntılarının tespit edilmesinde özel organik boyalar kullanılmaktadır. Kullanılan boyalar solüsyon veya farklı boyutlarda partikül içeren süspansiyonlar şeklindedir. Kullanılan boyanın partikül büyüklüğü dentin kanallarının çapından daha geniş olmalıdır(1-4 µm). Araştırmalarda boyalar farklı konsantrasyonlarda ve farklı bekletme süreleriyle kullanılır. Çoğunlukla kullanılan boyalar; %20'lik floresan, %0.25'lik toluidin mavisi, %2'lik eritrosin, %0.05 kristal violet, %0.5-2 bazik fuksin, %50'lik gümüş nitrat, %2'lik anilin mavisi, %0.2-2 veya %10'luk metilen mavisi, %5'lik eosin gibi çeşitli boya solüsyonlarıdır(126,127).

Çalışmalarda boyaların hazırlanma yöntemi de çok önemlidir. Metilen mavisinin fosfat ilavesiyle tamponlanmadığı durumlarda asidik yapıda olduğu ve insan dişindeki kalsiyumu çözerek mikrosızıntı sonuçlarını yanıltabileceği ifade edilmektedir. Bununla birlikte, bazik fuksinin özellikle propil glukol alkolde çözünmesi ile elde edilen solüsyon çürük dentine bağlanma özelliğine sahiptir. Böyle durumlarda dentinin boyanması yanlış sonuçların elde edilmesine sebep olmaktadır(128). Ayrıca boyalar her ortamda kalıcı olmayabilir. Örneğin “anilin mavisi” alkale pH'da rengini kaybedebilmektedir (124).

Boyama yönteminin avantajları; suda çözünebilmesi, dişin sert dokularıyla reaksiyona girmemesi, kimyasal reaksiyona ve radyasyona gerek duyulmamasıdır. Ayrıca boyalar ucuzdur ve kolay temin edilebilirler, hızlı ve direk ölçüm yapılabilmesini sağlarlar(125).

Radyoizotop Yöntemi:

Boyama yönteminden sonra en çok kullanılan mikrosızıntı ölçüm yöntemidir. Bu amaçla Ca^{45} , I^{131} , S^{35} , Na^{22} , Rb^{86} , C^{14} ve P^{32} izotopları kullanılmaktadır. Restorasyon ve diş dokusu arasından geçen radyoizotopların otoradyograflarda gösterilebilmesi için diş üzerinde restore edilmiş alan dışındaki bölgeler örtüldükten sonra radyoaktif solüsyon içerisinde belirli bir süre bekletilir, yıkanıp kurutulduktan sonra uzunlamasına kesilerek röntgen filmi üzerine bırakılır. Otoradyografi sonucunda izotopun gözleendiği alana göre mikrosızıntı belirlenir (124).

Bu yöntemle daha duyarlı çalışmalar yapılabilmekte ve en az düzeyde oluşan sızıntılar bile saptanabilmektedir. Ayrıca bu yöntemle kalıcı kayıtlar elde edilerek saklanabilmektedir. Tekniğin pahalı ve kompleks olmasının yanı sıra dişin sert dokularında mevcut kalsiyum iyonu ile izotop solüsyonu arasında pasif iyon alışverişi olabileceği ve kenar aralığının daha az tespit edilebilmesi ve sonuçların subjektif değerlendirilebilmesi dezavantajları arasındadır. Bu tip çalışmalar profesyonel bir çalışmayı gerektirir ve çalışma esnasında radyoaktif maddeye elle dokunulmamalı özel tutma yöntemi kullanılmalıdır(124).

Bakteriyel Sızıntı Yöntemi:

Bu yöntem restorasyonların kenarından sızan bakteri toksinleri ve diğer bakteri ürünlerinin incelenmesi esasına dayanmaktadır. Belli bir bakteri cinsi ve besi yeri kullanılarak in vitro olarak kök kanal dolgusunun sızıntısına bakılmaktadır. Bunun için dişler gram pozitif ve gram negatif bakterileri içeren kültür ortamına konular ve inkübasyon süresinin sonunda besi yerinde bulunan işaretleyici solüsyondaki renk değişikliğine göre sızıntının miktarına bakılır(125).

Kavite duvarları ve restorasyon materyali arasındaki açıklığın 0.5-1 μm 'den küçük olması durumunda bakteri toksinleri ve diğer bakteri ürünleri geçememektedir. Bu da yöntemin en önemli dezavantajıdır. Elde edilen sonuçların kalitatif olması da bu yöntemin diğer bir dezavantajıdır(125).

Elektrokimyasal Yöntem:

Elektrokimyasal yöntemde eksternal bir güç kaynağıyla ilişkili, fizyolojik salın solüsyonu içine batırılmış iki metal arasında oluşacak elektrik akımının ölçülmesi prensibine dayanmaktadır.

Bu yöntem daha çok kök kanalındaki sızıntıların ölçümünde kullanılmaktadır. Dedektör elektrodun kök kanalı içinde oluşan apikal mikrosızıntı ile temas etmemesi durumunda yanlış değerler elde edilmesi yöntemin dezavantajıyken, analizlerin belirli bir zaman içerisinde, belirli periyotlarda tekrarlanabilmesi, nicel ölçümlerin yapılabilmesi, örneklere zarar gelmeden ölçüm yapılabilmesi en önemli avantajlarıdır(125).

İnsan Serum Sızıntısı Yöntemi:

Bu ölçüm yönteminde, kök kanal tedavisi yapılarak apikal üçte biri doldurulan kanalların köklerine ayrı ayrı radyoaktif C insan serumu albümini enjekte edilerek, köklerin 3-4mm'lik apikal kısımları fizyolojik insan serum albümini içerisine batırılır. Belli bir zamandan sonra kaptaki bulunan solüsyonun 5 ml'si geri çekilerek beta spektrometresinde oluşan sızıntının miktarı ölçülerek değerlendirilir(125).

Gaz Kromatografi Yöntemi

Bu yöntemde, polietilen modellerde standart şekilde hazırlanan yapay kanalları iki ucu açık olan özel deney tüpleri içerisine yerleştirilmektedir. Kök kanalları doldurulduktan sonra tüpün kron kısmındaki rezervuarına % 0.5' lik bütirik asit solüsyonu ve % 0.1'lik valerik asit solüsyonu doldurulduktan sonra tüplerin her iki ucu lastik örtüyle kapatılmaktadır. Kron kısmındaki rezervuara ise sıkıştırılmış nitrojen gazı enjekte edilerek basınç uygulanmaktadır. Apikal kısımdaki rezervuardan alınan solüsyon örneği asit içinde çözdürülerek bir gaz kromatografi cihazında oluşan apikal sızıntının kantitatif analizi yapılmaktadır. Bu yöntem sızıntının analizi hakkında bilgi vermektedir. Elde edilen sonuçların kantitatif olması tekniğin avantajıdır.

Tarama Elektron Mikroskobu Yöntemi:

Bu yöntemle, iki yüzey arasında oluşan bağlantıda yüzeyler arasında bulunan mesafeyi ölçmek mümkündür. Bunun yanı sıra, restoratif materyalin özelliklerini de tanımlayabilmek mümkündür. Diğer sızıntı çalışmalarıyla beraber uygulandığında sonuçların karşılaştırılmasında kısmi bir bağlantı kurulabilmektedir. Bu yöntemin dezavantajlarından biri, kesit alınarak oluşturulan yüzeylerde kesit alma esnasında oluşabilecek boşlukların yanılmasıdır (129).

Kimyasal Ajanların Kullanılması:

Bu metodda, radyoaktif olmayan renksiz, iki komponentli kimyasal boyacılar kullanılır. Her iki komponentin kimyasal olarak reaksiyona girmeleri sonucu dış-restorasyon ara yüzeyine çökmesi ve çökeltinin fotoğrafının alınması ile kenar sızıntısının görüntülenmesi esasına dayanır. Kullanılan her iki kimyasal ajanın da penetrasyon yeteneğine sahip olması gerekmektedir. Sızıntı tespitinde gümüş nitrat kullanımı yaygın bir metottur. Bir bakteriyle kıyaslandığında gümüş iyonu çok küçüktür ve daha küçük aralıklara sızar. Gümüş iyonunun sızıntısını önleyen bir teknik, bakteri sızıntısını da engeller. Bu tekniğin avantajı, objektif ölçüm sağlaması ve kantitatif veriler elde edilebilmesini sağlamasıdır, kimyasal ajanların radyoaktif olmaması avantajları arasındadır. Sonuçların subjektif olarak yorumlanması tekniğin güvenilirliğini olumsuz olarak etkilemektedir. Ayrıca gümüş nitrat kullanımında amalgam restorasyonlarda, gümüş iyonları ile amalgam bileşenleri reaksiyona girer ve oluşan aralık boyunca yayılma göstermez. Bu durum cam iyonomer restorasyonlarda ise restorasyonun gümüş iyonlarını yapısına alması sonucu kendisinin boyanması ile dezavantaja dönüşür(129).

Nötron Aktivasyon Yöntemi:

Mikrosızıntı ölçümünün in vivo ve in vitro olarak ölçülebilmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. Restorasyon kenarına radyoaktif olmayan Manganez gibi bir kimyasal işaretleyici yerleştirilip kenarlarından sızması sağlandıktan sonra örneklerin nükleer bir reaktörün çekirdeğine yerleştirilerek Mn^{56} ile bombardımana uğratılıp her bir dişin aldığı mangan miktarı ölçülerek mikrosızıntının belirlenmesi yöntemidir. Teknik kullanılarak elde edilen sonuçların kantitatif olduğu bildirilmesine karşın, tekniğin pahalı ve karmaşık bir teknik olduğu ve restorasyonun hangi noktada sızdığını ya da restorasyon

kenarları dışında nereden manganez emilimi olduğunu göstermediği bildirilmiştir(129).

Sıvı Filtrasyon Tekniği:

Sızıntının saptanmasında dişe kök kanalı ve pulpa boyunca uygulanan basınçlı havadan sistem içinde kaybolan kısmının ölçülmesidir. Mikroskobik çalışmalarda da su içine konulan diş restorasyonunun kenarlarından hava kabarcığının çıkması kenar uyumsuzluğu olarak değerlendirilmektedir. Diş dokusuna herhangi bir yan etkisi olmamakla beraber hassas cihazlara ihtiyaç duyulması, çalışma zorluğu, zaman kaybı, klinik çalışmalar için uygun olmaması sebebiyle eleştirilmektedir(129).

BÖLÜM II

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalında planlandı. Çalışmanın termal siklus aşaması, Dicle Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü Araştırma Laboratuvarında, diş kesitlerinin SEM’de değerlendirilme aşaması İnönü Üniversitesi’nde Elektron Mikroskobu Laboratuvarında, çalışmanın istatistiksel analizi Dicle Üniversitesi, Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalında yapıldı.

Bu çalışmada, yeni çekilmiş 90 adet insan 3.molar dişi kullanıldı. Yapılan incelemede dişlerin kron kısmında çürük, kırık, çatlak veya daha önceden yapılmış bir restorasyon bulunmamasına dikkat edildi. Çekim sonrasında, köklerin üzerindeki dokular bir kretuar yardımıyla uzaklaştırılıp dişler pomza ve politür fırçasıyla temizlendi. Çalışma yapılıncaya kadar dişler distile su içerisinde, oda sıcaklığında bekletildi.

Bütün dişlerin bukkal yüzeylerine su soğutması altında silindirik elmas frezlerle (Diatech, Coltene/Whaledent AG, İsviçre) standart sınıf V kaviteler hazırlandı. Her kavite mezio-distal genişliği 3 mm, okluzal-gingival genişliği 2 mm ve derinliği 1,5 mm olarak hazırlandı. Gingival kenarlar mine-sement sınırının 1 mm altına kadar uzatıldı. Kavitelerin tüm mine kenarlarına 0.5-1 mm genişliğinde bizotaj yapıldı. Daha sonra her bir grupta 15 adet olacak şekilde dişler rastgele altı gruba ayrıldı.

Grup 1 (Benzalkonyum klorür) : Kavitelere tek kullanımlık fırça yardımıyla distile su ile seyreltilerek hazırlanan benzalkonyum klorür (% 0,1) uygulandı. 60 saniye beklendikten sonra hava spreyi ile kurutuldu. Sınıf V kaviteye uygulama fırçası yardımıyla primer (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) tek kullanımlık fırça yardımıyla uygulandı ve 20 sn beklendi. Hava spreyi kullanılarak düşük basınç ile solventin uzaklaşması sağlandı. Daha sonra bond (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) uygulanıp hafif hava ile tüm kavite duvarına yayılması sağlandı ve 10 sn süre ile 1000 mW/cm² gücünde LED (Light Emitting Diode -Elipar Freelight, 3M ESPE,

Almanya) ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi. Daha sonra restoratif materyal olarak bir hibrit kompozit olan Clearfil AP-X (A2) (Kuraray Medical Inc, Japonya) uygulandı ve 20 sn süre ile LED ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi.

Grup 2 (Klorheksidin glukonat) : Hazırlanan kavite yüzeyine tek kullanımlık fırça ile klorheksidin glukonat (% 2) uygulandı. 60 saniye beklendikten sonra hava spreji ile kurutuldu. Ardından sınıf V kaviteye uygulama fırçası yardımıyla primer (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) tek kullanımlık fırça yardımıyla uygulandı ve 20 sn beklendi. Hava spreji kullanılarak düşük basınç ile solventin uzaklaşması sağlandı. Daha sonra bond (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) uygulanıp hafif hava ile tüm kavite duvarına yayılması sağlandı ve 10 sn süre ile LED (Light Emitting Diode-Elipar Freelight, 3M ESPE, Almanya) ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi. Daha sonra restoratif materyal olarak bir hibrit kompozit olan Clearfil AP-X (Kuraray Medical Inc, Japonya) uygulandı ve 20 sn süre ile LED ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi.






Grup 3 (Sodyum hipoklorit) : Hazırlanan kavite yüzeyine tek kullanımlık fırça ile sodyum hipoklorit (% 5,25) uygulandı. 30 sn beklendikten sonra hava spreji ile kurutuldu. Sınıf V kaviteye uygulama fırçası yardımıyla primer (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) tek kullanımlık fırça yardımıyla uygulandı ve 20 sn beklendi. Hava spreji kullanılarak düşük basınç ile solventin uzaklaşması sağlandı. Daha sonra bond (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) uygulanıp hafif hava ile tüm kavite duvarına yayılması sağlandı ve 10 sn süre ile LED (Light Emitting Diode-Elipar Freelight, 3M ESPE, Almanya) ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi. Daha sonra restoratif materyal olarak bir hibrit kompozit olan Clearfil AP-X (Kuraray Medical Inc, Japonya) uygulandı ve 20 sn süre ile LED ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi.

Grup 4 (Diyot lazer) : Hazırlanan kavite yüzeyine diyot lazer (smart 980-5, DEVA lazer) 30 sn boyunca uygulandı. Ardından sınıf V kaviteye uygulama fırçası yardımıyla primer (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) tek kullanımlık fırça yardımıyla uygulandı ve 20 sn beklendi. Hava spreyi kullanılarak düşük basınç ile solventin uzaklaşması sağlandı. Daha sonra bond (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) uygulanıp hafif hava ile tüm kavite duvarına yayılması sağlandı ve 10 sn süre ile LED (Light Emitting Diode-Elipar Freelight, 3M ESPE, Almanya) ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi. Daha sonra restoratif materyal olarak bir hibrit kompozit olan Clearfil AP-X (Kuraray Medical Inc, Japonya) uygulandı ve 20 sn süre ile LED ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi.

Grup 5 (Ozon) : Hazırlanan kavite yüzeyine uygun aplikatörüyle 6 sn boyunca ozon (Prozone, W&H, Bürmoos, Avusturya) uygulandı. Sonrasında sınıf V kaviteye uygulama fırçası yardımıyla primer (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) tek kullanımlık fırça yardımıyla uygulandı ve 20 sn beklendi. Hava spreyi kullanılarak düşük basınç ile solventin uzaklaşması sağlandı. Daha sonra bond (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) uygulanıp hafif hava ile tüm kavite duvarına yayılması sağlandı ve 10 sn süre ile LED (Light Emitting Diode-Elipar Freelight, 3M ESPE, Almanya) ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi. Daha sonra restoratif materyal olarak bir hibrit kompozit olan Clearfil AP-X (Kuraray Medical Inc, Japonya) uygulandı ve 20 sn süre ile LED ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi.

Grup 6 (Kontrol grubu) : Hazırlanan kavite yüzeyine herhangi bir dezenfeksiyon işlemi yapılmadı. Sınıf V kaviteye uygulama fırçası yardımıyla primer (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) tek kullanımlık fırça yardımıyla uygulandı ve 20 sn beklendi. Hava spreyi kullanılarak düşük basınç ile solventin uzaklaşması sağlandı. Daha sonra bond (Clearfil protect bond, Kuraray Medical Inc. Japonya) uygulanıp hafif hava ile tüm kavite duvarına yayılması sağlandı ve 10 sn süre ile LED (Light Emitting Diode-Elipar Freelight, 3M ESPE, Almanya) ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi. Daha sonra restoratif materyal olarak bir hibrit kompozit olan Clearfil AP-X (Kuraray Medical Inc, Japonya) uygulandı ve 20 sn süre ile LED ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi.

Kavite dezenfektanları, uygulama süreleri ve üretici firmalar tablo 1’de gösterimiştir.

Gruplar	Kavite dezenfektanı	Uygulama süresi (sn)	Üretici Firma	Resimler
Grup 1	Benzalkonyum klorür (% 0,1)	60	Zefiran (İstanbul, Türkiye)	
Grup 2	Klorheksidin glukonat (% 2)	60	Ceraxidin-c (IMICRYL, Konya, Türkiye)	
Grup 3	Sodyum hipoklorit (% 5,25)	30	VISION (ADD, İstanbul, Türkiye)	
Grup 4	Diyot lazer	30	Smart980-5 (DEKA lazer, İtalya)	
Grup 5	Ozon	6	Prozone (W&H, Bürmoos, Avusturya)	

Tablo 3: Kavite dezenfektanları, uygulama süreleri ve üretici firmalar.

Bütün örnekler bitirme işlemi öncesinde 24 s süre ile 37 °C'deki etüvde (Nüve Incubator EN 500, Ankara, Türkiye) bekletildi. Örneklerin bitirme ve polisaj işlemleri, restorasyonların tamamlanmasından 24 s sonra su altında elmas bitirme frezleri (Diatech Coltene/Whaladent AG, İsviçre) ile yapıldı ve restorasyonlar alüminyum oksit kaplı disklerle (Sof-Lex, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) parlatıldı. Örnekler 24 s süre ile 37 °C'deki etüvde (Nüve Incubator EN 500, Ankara, Türkiye) bekletildikten sonra 5 ± 2 °C ve 55 ± 2 °C arası ısı banyolarında **1.000** kez (30 sn bekleme zamanı) termal siklus işlemine tabi tutuldu. Termal siklus işlemi Dicle Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü Araştırma Laboratuvarında yapıldı.

Daha sonra örneklerin kök uçları kompozit rezinle kapatıldı ve dişler iki kat aside dirençli tırnak cilası ile restorasyon sınırlarının 1 mm dışında kalacak şekilde kaplandı. Tüm örnekler % 0.5'lik bazik fuksin solüsyonuna daldırılarak 24 saat 37°C de etüvde (Nüve Incubator EN 500, Ankara, Türkiye) bekletildi. Ardından dişler çeşme suyu altında yıkayıp fazla boyanın uzaklaşması sağlandı.

Dişler bukko-palatinal/lingual yönde restoratif materyalleri ortalayacak şekilde 0,2 mm kalınlığındaki elmas separe (Horico, Diamond Instruments, Almanya) ve piyasemen (Ultimate 500K, NSK, Japonya) yardımı ile irrigasyon altında kesildi. Kesitlerin mikroskopta incelenecek yüzeyleri su zımparası ile zımparalandı.

Elde edilen kesit yüzeylerindeki gingival ve okluzal sızıntı değerleri stereooptik mikroskopta (Olympus SZ 40 SZ-X7, Olympus Corporation, Tokyo, Japonya) bağımsız bir araştırmacı tarafından x15 büyütmede incelenip skorlar kaydedildi. Marjinal sızıntı derecelerinin belirlenmesinde; Demirci ve ark. nın kullandığına benzer standart skorlama sistemi kullanıldı (130).

Mikrosızıntı skorları

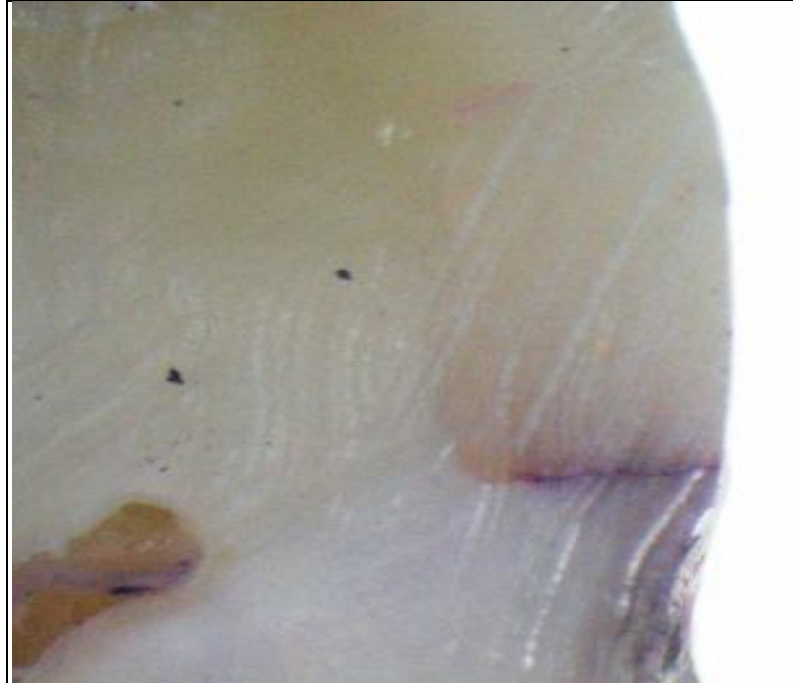
0. Boya sızıntısı yok
1. Kavite duvarlarının yarısına kadar boya sızıntısı
2. Kavite duvarının tamamında boya sızıntısı
3. Kavite duvarlarında ve tabanında boya sızıntısı
4. Kısmen veya tamamen pulpaya ulaşmış boya sızıntısı.

Her gruptan rastgele 1'er diş seçildi. Dişler iyon kaplama ünitesinde (BAL-TEC SCD 050, Capovani Brothers Inc., Scotia, NY, ABD) Pt ile kaplandı.

Daha sonra örneklerin rezin-diş sert dokusu arasındaki yüzeyin morfolojisi taramalı elektron mikroskopunda (Scanning Electron Microscope) (LEO EVO 40 (LEO Ltd., Cambridge, İngiltere) İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi Taramalı Elektron Mikroskopu Araştırma Laboratuvarında incelendi ve fotoğraflandı.



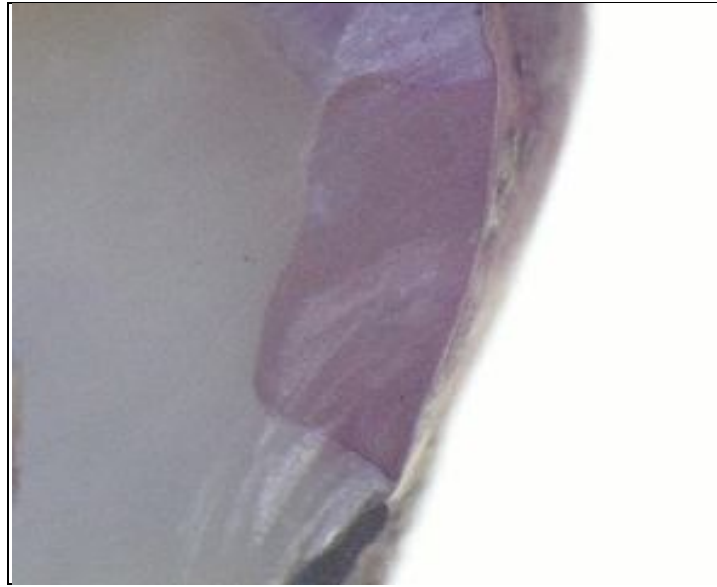
Resim 1 : diyot lazer uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:0)



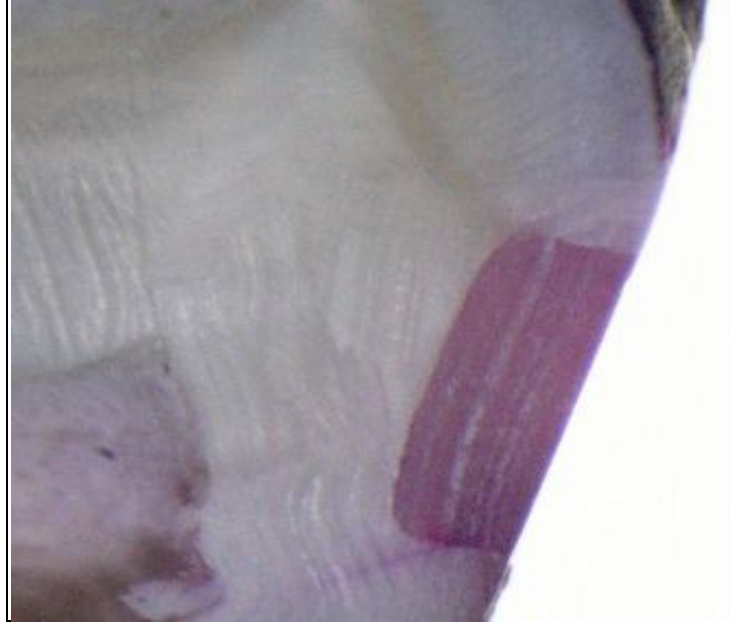
Resim 2 : diyot lazer uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :2, gingival:2)



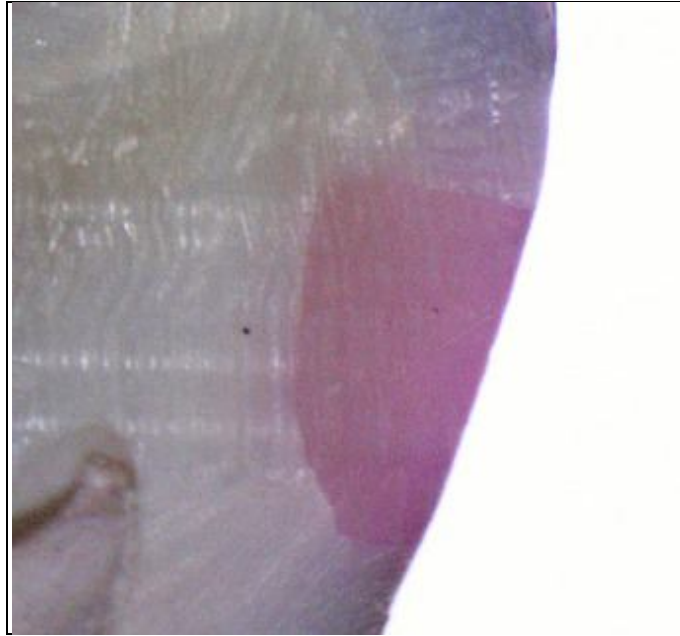
Resim 3 : Klorheksidin glukonat uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:0)



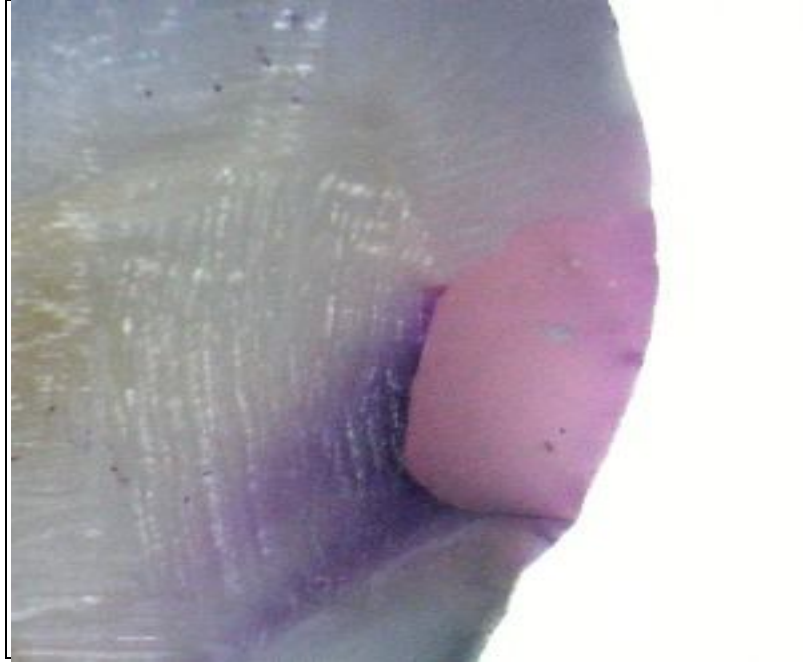
Resim 4 : Klorheksidin glukonat uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:1)



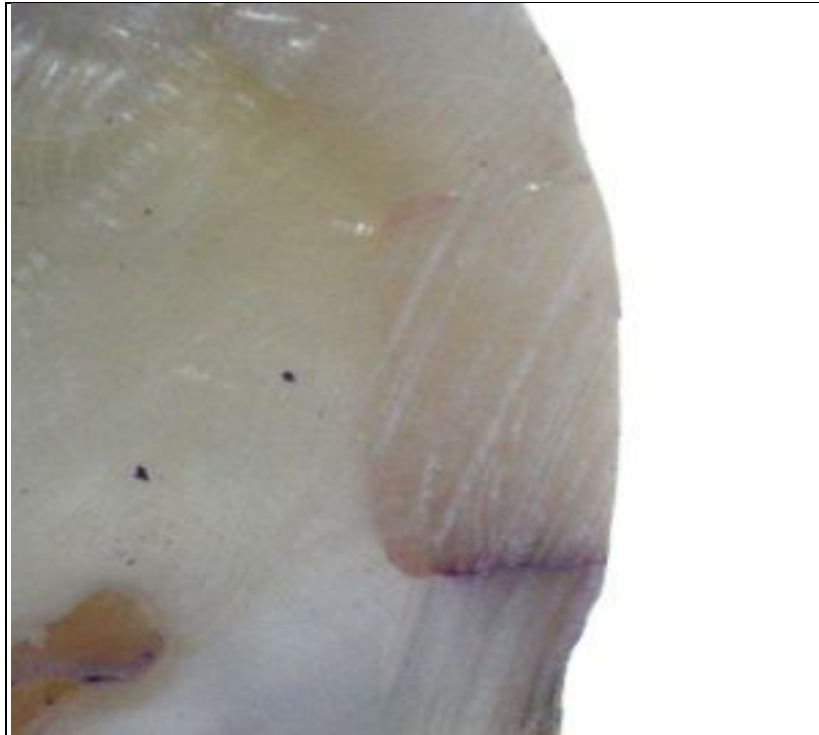
Resim 5 : Benzalkonyum klorür uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:2)



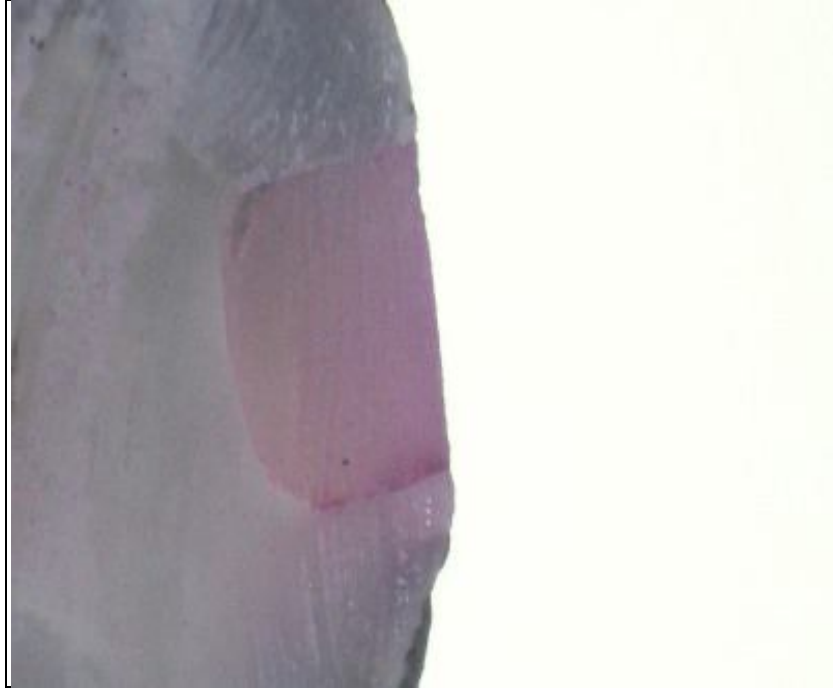
Resim 6 : Benzalkonyum klorür uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:0)



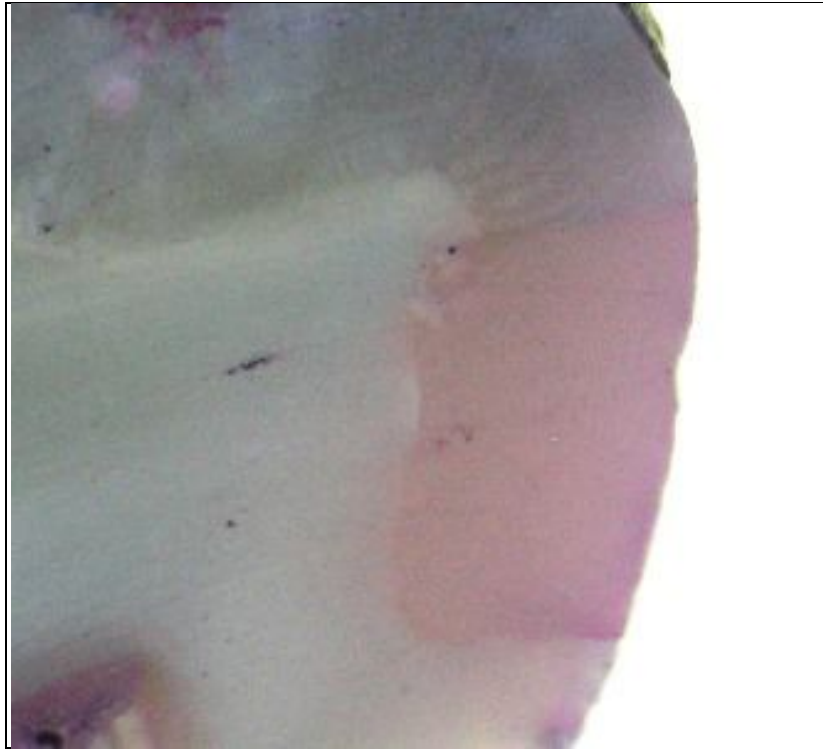
Resim 7 : kontrol grubunda mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:4)



Resim 8 : Kontrol grubunda mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:2)



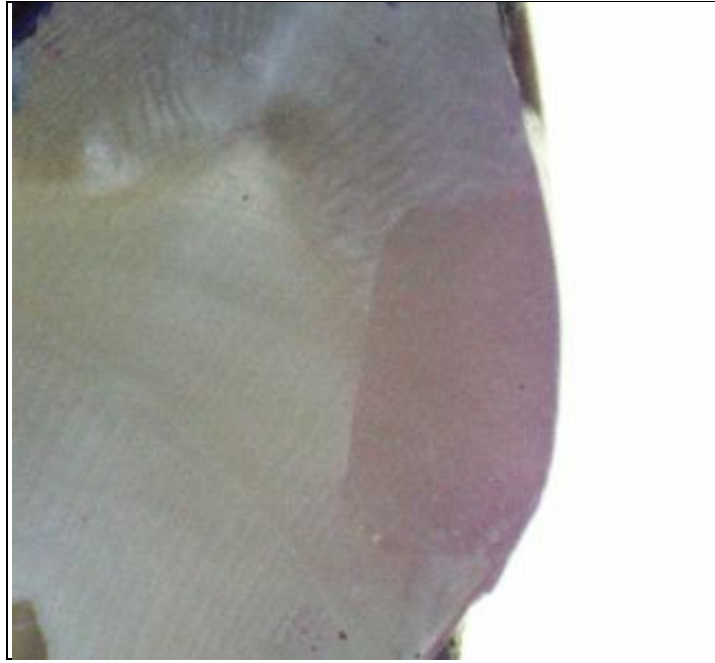
Resim 9 : Sodyum hipoklorit uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:2)



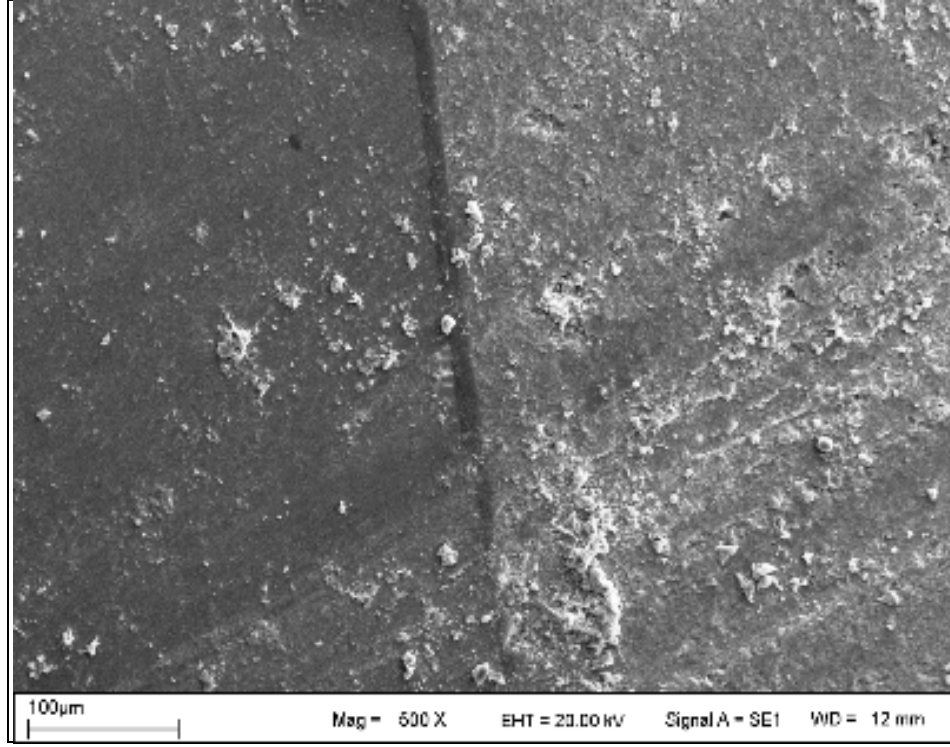
Resim 10 : Sodyum hipoklorit uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival: 1)



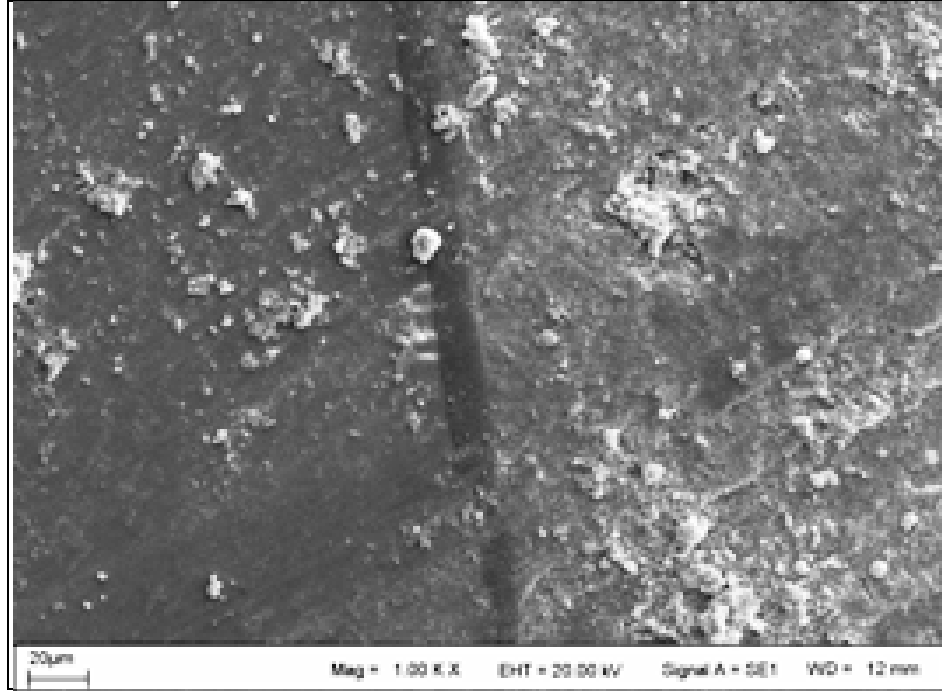
Resim 11 : Ozon uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:0)



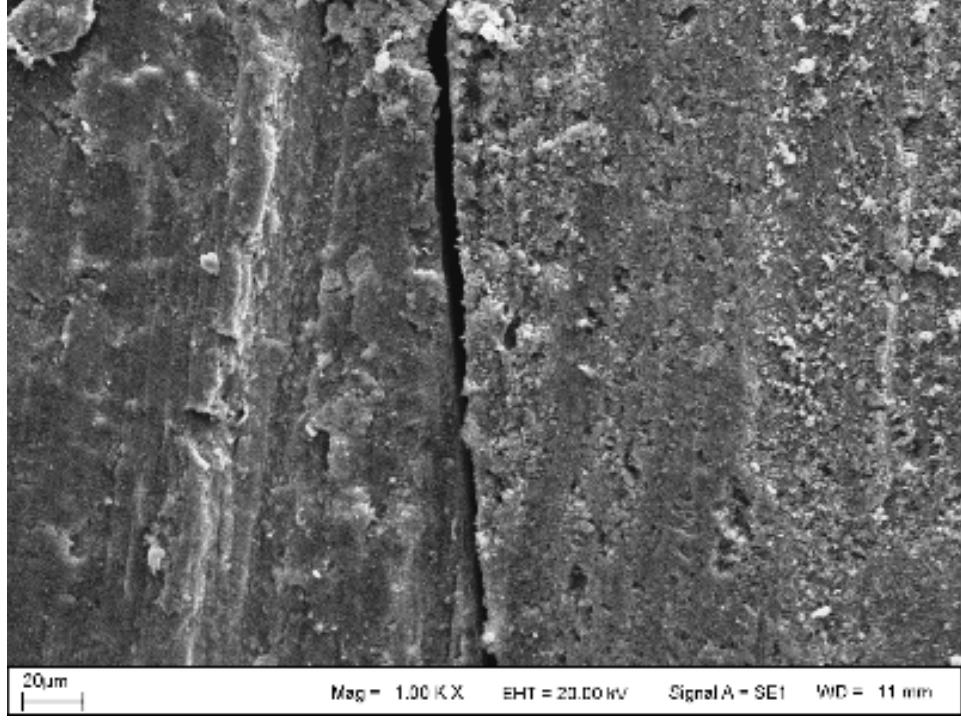
Resim 12 : Ozon uygulanan grupta mikrosızıntı (oklüzal :0, gingival:0)



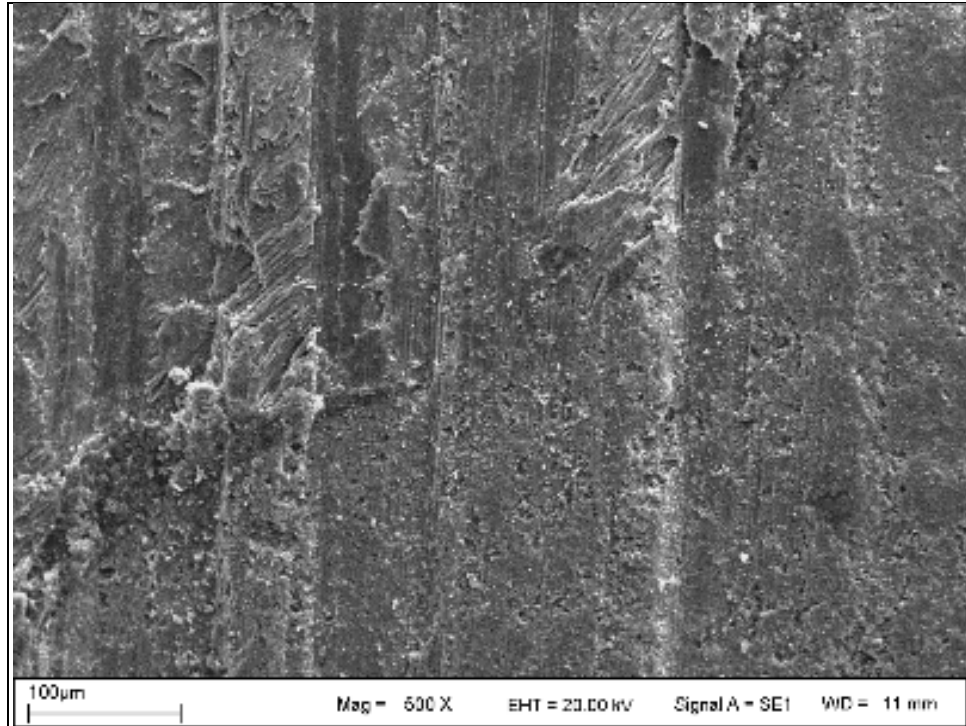
Resim 13 : Benzalkonyum klorür uygulanan grubun SEM görüntüsü (x500)



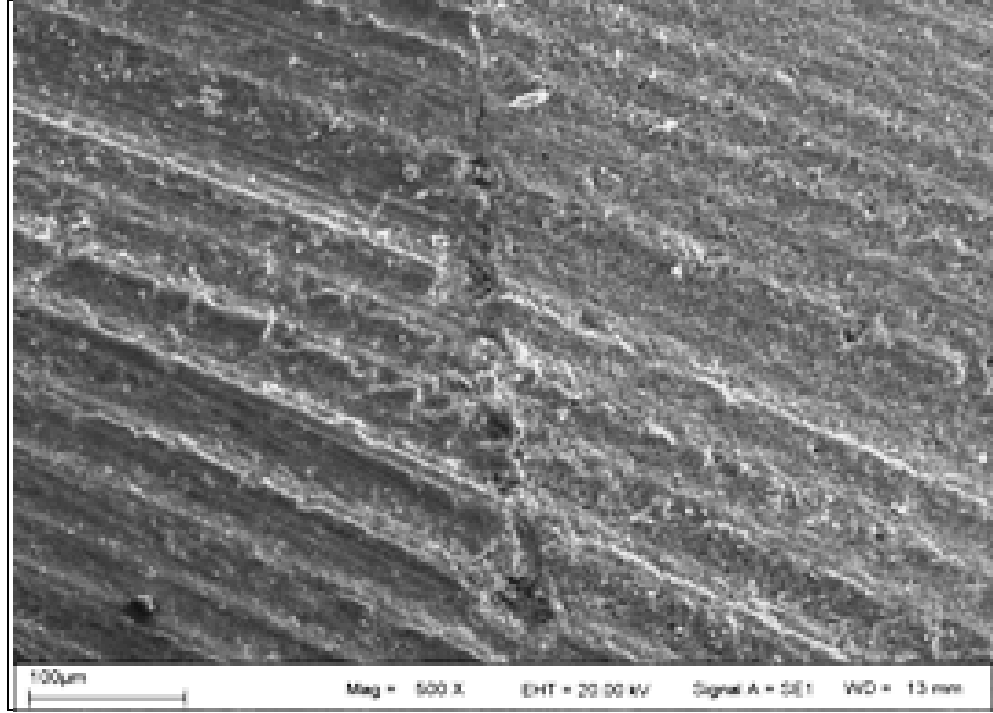
Resim 14 : Benzalkonyum klorür uygulanan grubun SEM görüntüsü (x1000)



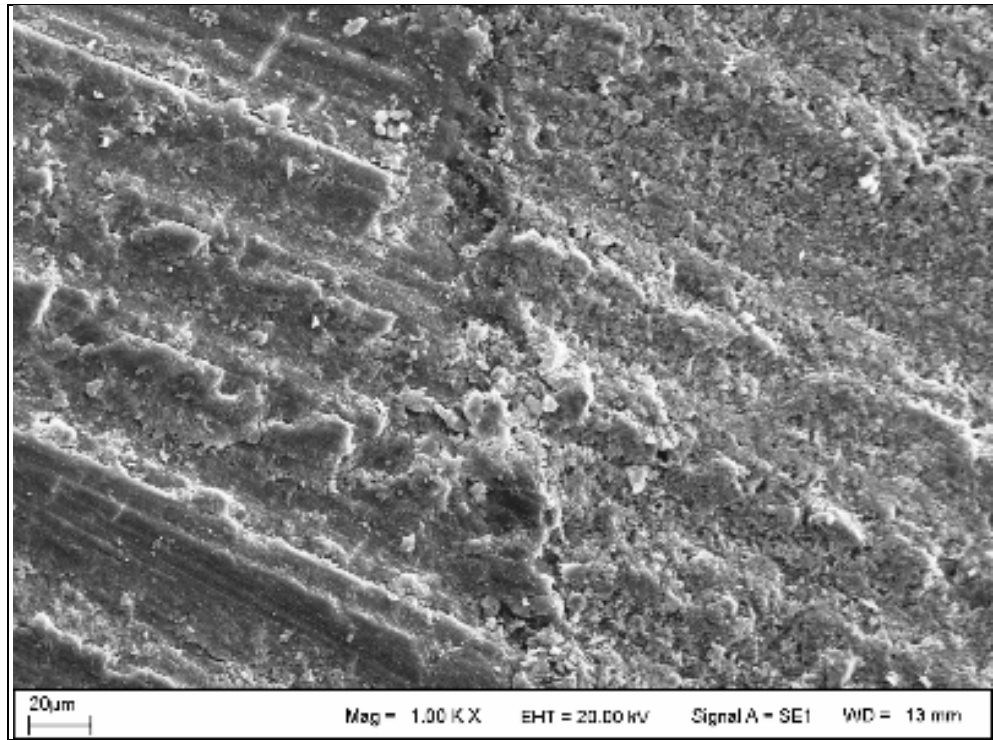
Resim 15 : Klorheksidin glukonat uygulanan grubun SEM görüntüsü (x1000)



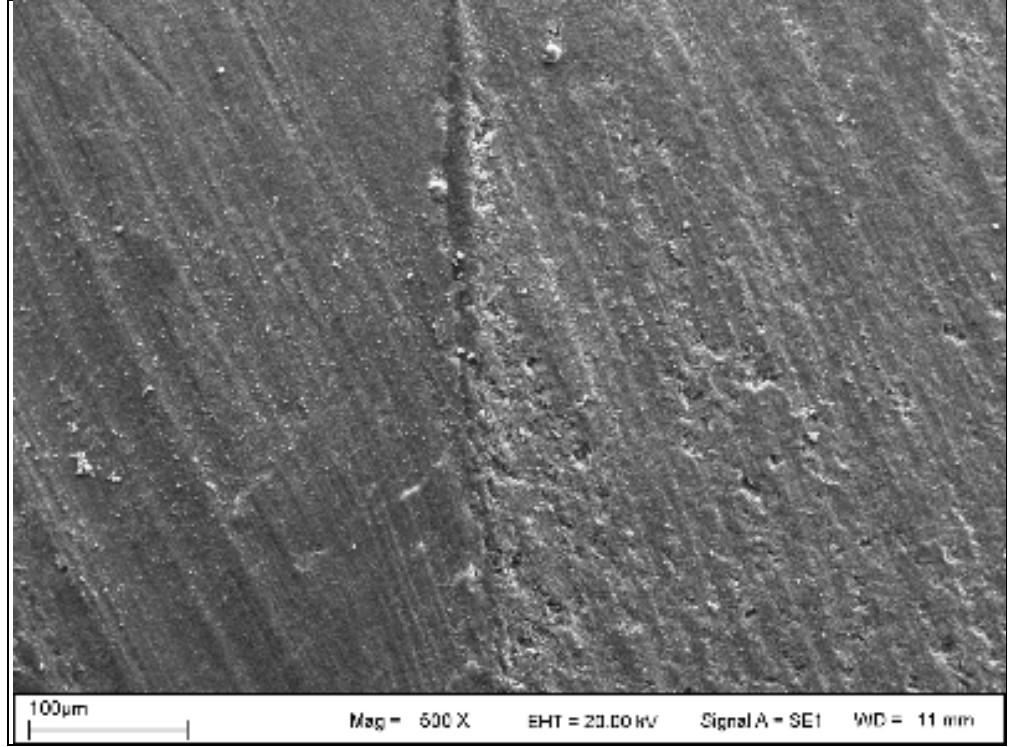
Resim 16 : Klorheksidin glukonat uygulanan grubun SEM görüntüsü (x500)



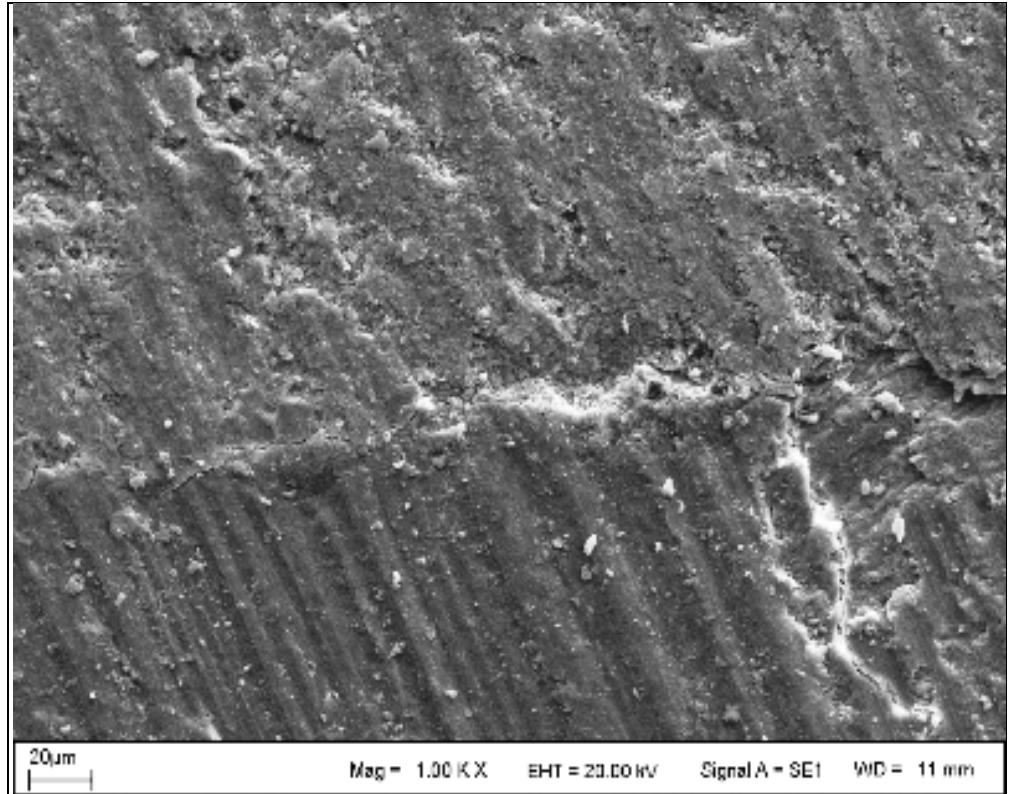
Resim 17 : Diyet lazer uygulanan grubun SEM görüntüsü (x500)



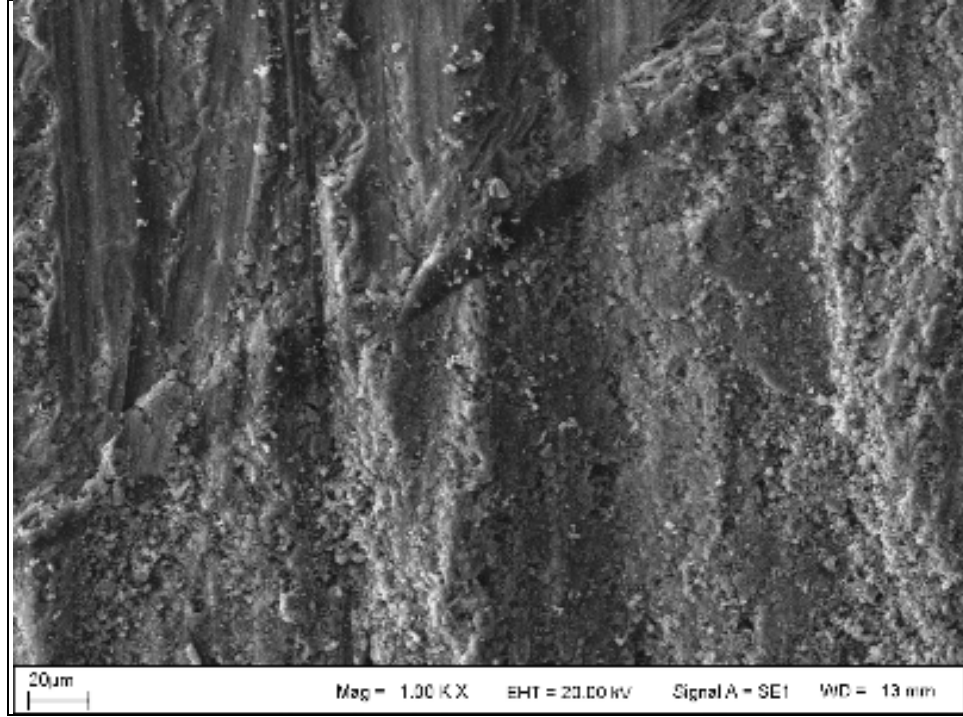
Resim 18: Diyet lazer uygulanan grubun SEM görüntüsü (x1000)



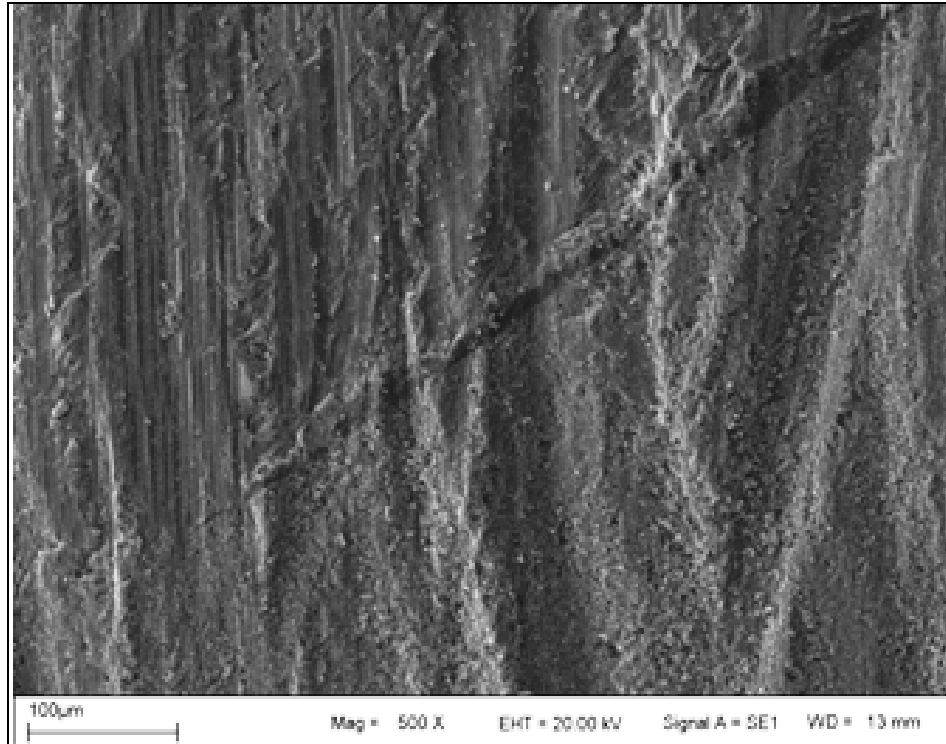
Resim 19: Sodyum hipoklorit uygulanan grubun SEM görüntüsü (x500)



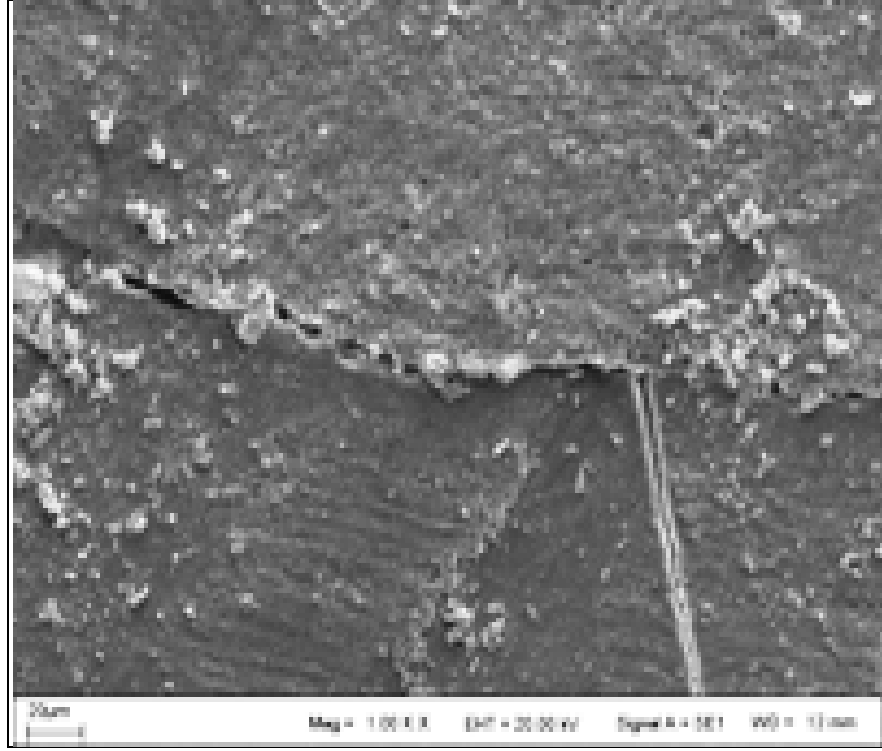
Resim 20 : Sodyum hipoklorit uygulanan grubun SEM görüntüsü (x1000)



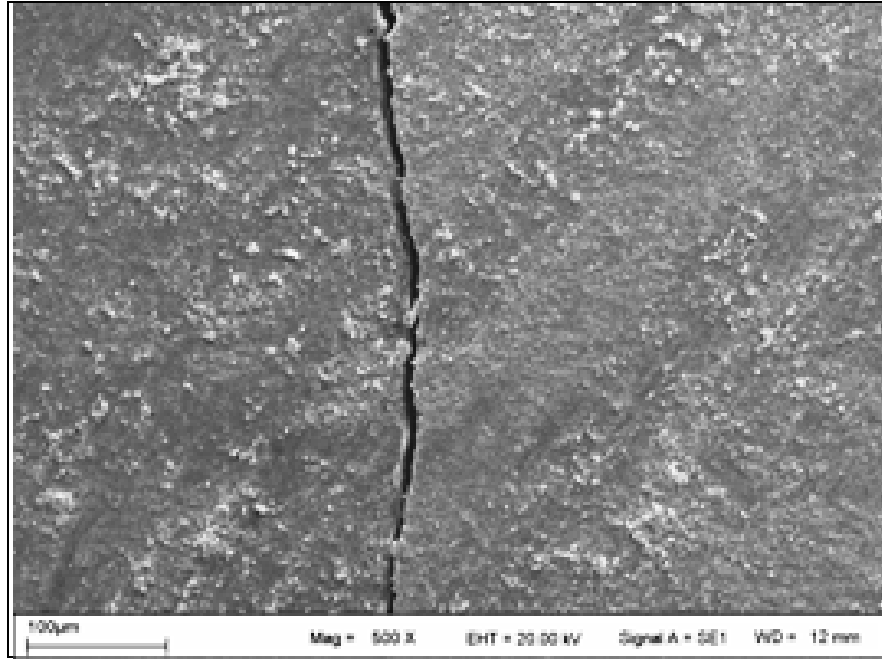
Resim 21 : Kontrol grubunun SEM görüntüsü (x1000)



Resim 22 Kontrol grubunun SEM görüntüsü (x500)



Resim 23 : Ozon uygulanan grubun SEM görüntüsü (x1000)



Resim 24 : Ozon uygulanan grubun SEM görüntüsü (x500)

BULGULAR

Çalışmamızda daimi dişlerde açılan sınıf V kavitelere bir antibakteriyel bonding ajan öncesi uygulanan beş kavite dezenfektanının, oklüzal ve gingival kenarlardaki sızıntı değerleri incelendi. 90 adet diş rastgele altı gruba ayrıldı. Dişlerin bukkal yüzlerine açılan kavitelere uygulanan dezenfektanlar sonrası tüm dişler antibakteriyel bonding ajan ve kompozit rezin ile restore edildi. Restorasyon sonrası dişler bukkal-lingual/palatinal yönde ikiye ayrıldı. Stereo mikroskopta (Olympus SZ 40 SZ-X7, Olympus Corporation, Tokyo, Japonya) x15 büyütmeyle her iki kesit yüzey incelendi. İnceleme sonucu oklüzal ve gingival kenarlardan elde edilen mikrosızıntı değerleri tablo 4’te gösterilmiştir.

Gruplar		Oklüzal	Gingival
BAK	Minimum	0	0
	Maximum	3	4
	Median	1	1
Klorhex	Minimum	0	0
	Maximum	3	4
	Median	1	1
Diode	Minimum	0	0
	Maximum	2	2
	Median	1	1
Kontrol	Minimum	0	0
	Maximum	4	4
	Median	1	1
Ozon	Minimum	0	0
	Maximum	3	4
	Median	0	1
Sodyum hipoklorit	Minimum	0	0
	Maximum	3	3
	Median	1	1

Tablo 4 : İstatistik değerlendirme sonucu elde edilen oklüzal ve gingival kenar sızıntı değerleri

Oklüzal ve gingival değişkenlerinin normal dağılım gösterip göstermediğinin tespiti için yapılan Shapiro-Wilks testi sonuçları tablo 5 ve tablo 6'da gösterilmiştir.

Gruplar	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Oklüzal Benzalkonyum klorür	,804	30	,000
Klorhesidin glukonat	,831	30	,000
Diyot lazer	,754	30	,000
Kontrol	,839	30	,000
Ozon	,695	30	,000
hipoklorit	,834	30	,000

Tablo 5 : Oklüzal kenara ait sızıntı değerleri için kullanılan normallik testi sonuçları

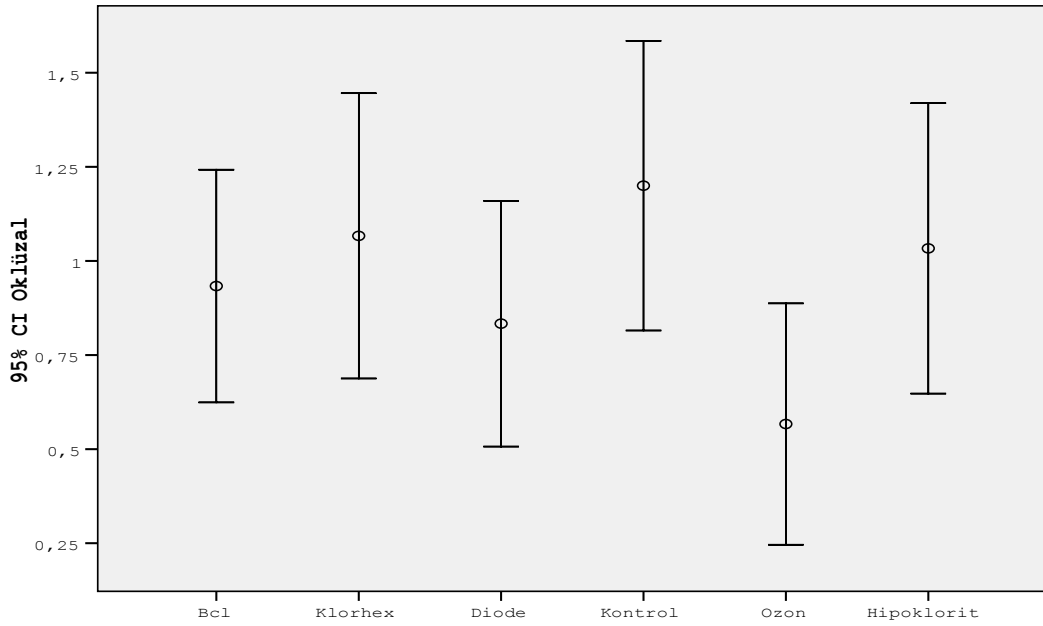
Gruplar	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Gingiv: Benzalkonyum klorür	,840	30	,000
Klorheksidin glukonat	,844	30	,000
Diyot lazer	,772	30	,000
Kontrol	,892	30	,005
Ozon	,758	30	,000
Hipoklorit	,854	30	,001

Tablo 6: Gingival kenara ait sızıntı değerleri için kullanılan normallik testi sonuçları

Bu sonuçlara göre veriler normal dağılım göstermediğinden grupların karşılaştırılmasında Non-Parametrik testlerden Kruskal Wallis varyans analiz yöntemi uygulandı.

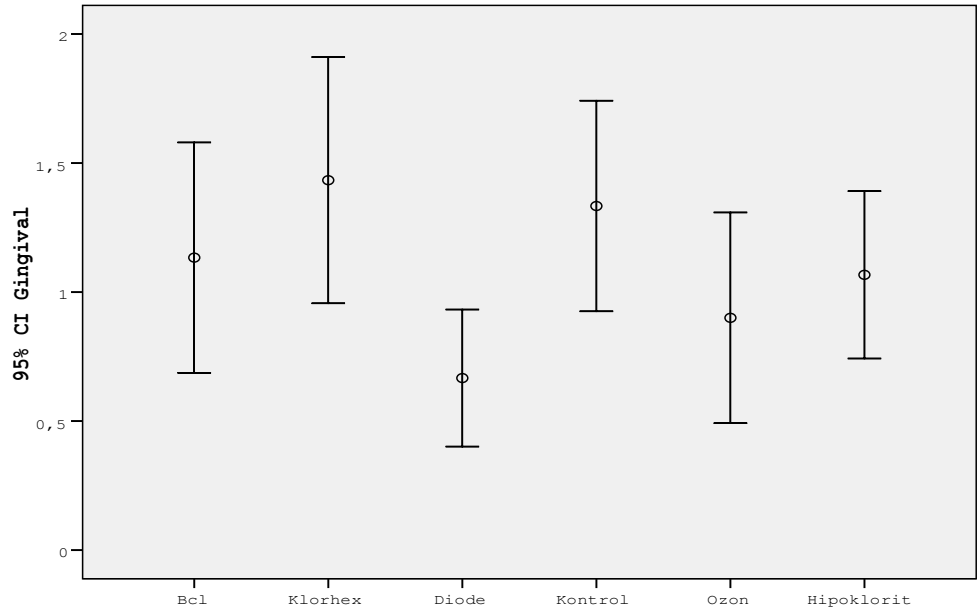
Restorasyonların oklüzal ve gingival kenarlarına ait mikrosızıntı değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde hem oklüzal($p>0.05$) hem de gingival($p>0.05$) kenarda gözlenen mikrosızıntı değerlerinde anlamlı bir fark tespit edilmedi.

Oklüzal kenar için veriler incelendiğinde en az sızıntı ozon gazı uygulanan grupta görülmüştür. Sızıntının en fazla görüldüğü oklüzal kenar ise kontrol grubunda saptanmıştır. Oklüzal kenara ait sızıntı değerleri %95'lik güven aralığı ile grafik 1'de gösterilmiştir.



Grafik 1: Oklüzal kenara ait sızıntı değerleri

Gingival kenar için sızıntı değerleri incelendiğinde oklüzal kenar ile benzer şekilde en az sızıntı görülen grup ozon gazı, en fazla sızıntı görülen grup ise kontrol grubunda görülmüştür. Gingival kenara ait sızıntı değerleri %95'lik güven aralığı ile grafik 2'de gösterilmiştir.



Grafik 2 : Gingival kenara ait mikrosızıntı değerleri

Oklüzal ve gingival kenarlarda yapılan testlerle elde edilen mikrosızıntı değerlerine göre sodyum hipoklorit, benzalkonyum klorür, klorheksidin glukonatı içeren geleneksel yöntemler lazer ve ozon gazından daha fazla mikrosızıntı göstermiştir.

Restorasyonun oklüzal ve gingival kenarlarındaki sızıntı değerleri karşılaştırıldığında; oklüzal ve gingival mikrosızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$).

TARTIŞMA

Estetik beklentilerin son yıllarda artması, adeziv diş hekimliğindeki gelişmeleri hızlandırmaktadır. Restoratif materyallerin adezyonla diş bağlanabilmesi, geleneksel kavite preparasyon prensipleri yerine daha az miktarda diş dokusunun kaldırılmasını sağlayan konservatif kavite preparasyon prensiplerinin gelişmesini sağlamıştır. Ancak bu gelişmelere rağmen diş dokusu ve adeziv materyal arasında mükemmel bir bağlanma sağlanamamaktadır.

Dimetakrilat esaslı kompozitlerin polimerizasyonu sırasında yaklaşık %2-6 hacimsel büzülme oluşmaktadır. Restoratif materyaldeki polimerizasyon büzülmesi sonucu diş ile adeziv materyal arasında mikro aralanmalar oluşmaktadır. Bu aralıktan bakterilerin, iyonların ve sıvıların geçişiyle mikrosızıntı oluşmaktadır. Mikrosızıntı sonucu bakterilerin başarısız bağlanma yüzeyine penetre olması restorasyonda sekonder çürüklere ve restorasyonun başarısızlığına neden olmaktadır (131,132).

Restorasyonlarda görülebilen bir diğer başarısızlık nedeni ise mekanik temizleme sonrası elimine edilememiş bakterilerdir. Yapılan restorasyon ağız ortamından ne kadar iyi izole edilmiş olursa olsun kavitede varlığını sürdüren bakteriler, enzimatik aktivitelerine devam ederek smear tabakasında yaşamaya ve çoğalmaya devam ederler (7,131,133). Kavite duvarlarında, mine-dentin sınırında dentin tübüllerinde veya smear tabakasında, çürük mekanik olarak temizlendikten sonra bile varlığını sürdürebilen bakterilerin kimyasal olarak da eliminasyonu tavsiye edilmektedir. Rezidüel bakteriler pulpa hassasiyeti, pulpa iltihabı ve sekonder çürüğe neden olabilmektedir (7,131,134). Bu nedenle restorasyon öncesinde kavitenin bir antibakteriyel ajanla dezenfekte edilmesi önemlidir (135-137).

Kaviteye restoratif materyal yerleştirilmeden önce kavitenin dezenfektan bir madde ile temizlenmesi geçmişte de günümüzde de kabul gören bir gerekliliktir. Ancak kullanılan materyallerden gümüş nitrat, fenol, timol benzeri kimyasallar pulpayı irrite ettiğinden günümüzde kullanılmamaktadır(134). Klorheksidin glukonat, hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit, benzalkonyum klorür yanında

ozon ve lazer de kavite dezenfeksiyonunda kullanılan ve biyolojik uyumu daha yüksek olan ajanlardır. Biz de yapmış olduğumuz çalışmada klorheksidin glukonat, sodyum hipoklorit, benzalkonyum klorür, diyet lazer ve ozon gazını kavite dezenfeksiyonu amacıyla kullandık.

Dişlerin servikal bölgesindeki sınıf V kavite ler mine-dentin-sement gibi üç farklı dokuda olabilmektedir. Ayrıca sınıf V kavite lerinde dişeti dokusuna komşulukları nedeniyle tükürük ve nem kontrolleri zordur. Bunun yanında çiğneme sırasında abfraksiyon ve makaslama kuvvetlerine maruz kalmaları klinik başarıyı olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle günümüzde mikrosızıntıyı tamamen elimine edebilen bir materyal ve tekniğin bulunmadığı görüşü oluşmuştur (138).

Bir hipotezin klinik etkinliğinin değerlendirmesinde önemli olan, kontrollü klinik deneylerdir. Fakat uzun dönem klinik çalışmalar hem mali yönden artı yük hem de bilginin elde edilmesinde uzun zaman gerektirmektedir. Bu nedenle in vivo koşulları taklit eden in vitro koşullarda çalışmalar yapılmaktadır. Çalışmamızda çekilmiş insan üçüncü molar dişlerini kullandık.

Geleneksel kavite preparasyonunda çürük ve çürükten etkilenmiş dokular tümüyle temizlenirken günümüzde sadece yumuşak çürük ve denatüre olmuş diş çürük tabakasının temizlenmesi önerilmektedir. Kavite preparasyonu sonrası dentin dokusunun rengine ve sertliğine bakılarak çürük dokusunun kaldırıldığına dair yapılan muayene oldukça subjektiftir ve bakteriyel durumu yansıtmada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle bazı araştırmacıların çürük dokusunun görsel olarak saptanmasını sağlayan boyaları kullanmaları ile daha objektif kriterler ön plana çıkmıştır. Geleneksel ayna sond yöntemi ile çürüksüz olduğuna karar verilen dişlerin büyük kısmında boyama saptanmıştır. Boyama sonucu saptanan çürüklerin temizlenmesi sonrasında dahi kavite içerisindeki bütün mikroorganizmaların elimine edilemediği, kavite tabanında pulpal yöne doğru 0.1-2,4 mm derinlikte bulunabilecekleri bildirilmiştir (139). Bu nedenle kavite yüzeyinden mikroorganizmaların eliminasyonu çürük rezidivi açısından oldukça önemlidir. (75,131)

Kavite dezenfektanı uygulamasında olası sorun hidrofilik rezinin dentine bağlanmasını olumsuz yönde etkilemesidir (75,140). Bunun yanında hidrofilik

yapılı dentin primerinin uygulanması öncesinde kavite dezenfektanı uygulaması ile rewetting işlemi gerçekleştirilerek daha iyi bir tutunma sağlanabileceği düşünülmektedir (141). Kavite dezenfektanlarının dentin bağlayıcı sistemlerin bağlanma dayanımlarına etkilerini inceleyen çalışmalar, kavite dezenfektanlarının içeriği, sonrasında kullanılan dentin bağlayıcı sistem, restoratif materyal ve uygulama prosedürüne göre farklı sonuçlar göstermiştir (138).

Klorheksidin glukonat antibakteriyel etkisi ve diş yüzeylerine yüksek afinitesi nedeniyle kullanılan kavite dezenfektanlarından (8). Türkün ve ark. yapmış oldukları çalışmada in vitro koşullarda %0.2 ve %2'lik klorheksidin S. Mutans'a karşı antibakteriyel etki gösterdiğini belirtmişlerdir (132). Başka bir çalışmada Türkün ve ark. sınıf V kavitelere üç farklı kavite dezenfektanının (consepsis, tubulicid red, ora-5) mikrosızıntıya etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda klorheksidin içerikli consepsis ve benzalkonyum içerikli tubulicid red dezenfektanlarının mikrosızıntıyı olumsuz yönde etkilemediği bulunmuştur (134).

Tulunoğlu ve ark. klorheksidin içerikli cavity cleanser ile yaptığı çalışmada uygulamanın kenar sızıntısını arttırdığını bulmuştur (59). Türkün ve ark. ise çalışmanın süt dişlerinde yapılmış olması nedeniyle bu sonucun görülebileceğini belirtmiştir. Zira süt dişlerinde adeziv rezinlerin bağlanma değerleri, daimi dişlerin bağlanma değerlerinden daha düşüktür (132).

Ayrıca Tulunoğlu ve ark. süt dişlerinde açmış oldukları sınıf V kavitelemlerin oklüzal ve gingival kenarlarında tespit edilen mikrosızıntı değerleri arasında bir farklılık gözlenmemiştir. Bizde yaptığımız araştırma sonucunda bu bulgularla uyumlu olarak antibakteriyel bonding ajan ile yaptığımız restorasyonlarda uyguladığımız her bir kavite dezenfektanı için oklüzal ve gingival kenarlar arasında anlamlı bir farklılık gözlemedik.

Ercan ve ark. kavite dezenfektanları üzerinde yapmış oldukları çalışmada in vitro koşullarda, hidrojen peroksit, %2.5 NaOCl, %2'lik klorheksidin solüsyon ve %1 klorheksidin jel formunu kullanmış bunun total etch adeziv sistemlerde bağlanmayı olumsuz etkilemediğini belirtmiştir (144).

Meiers ve ark. klorheksidin ve iyodin içerikli kavite dezenfektanlarını in vitro koşullarda üçüncü molar dişlerde açılan sınıf V kavitelere uygulamışlardır. Çalışma sonunda klorheksidinin dentin bağlayıcı ajanların mikrosızıntı değerleri üzerinde olumsuz bir etkiye sebep olmadığını ve restorasyon öncesi kullanılabilmesi belirtilmiştir (140).

Dallı ve ark. yaptıkları çalışmada self etch adeziv öncesi, sınıf V kavitelere uyguladıkları klorheksidin içerikli üç farklı kavite dezenfektanının mikrosızıntıya olan etkilerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda üç kavite dezenfektanının da mikrosızıntıya olumsuz etkisi bulunmadığı bildirilmiştir (138).

Sodyum hipoklorit ve klorheksidinin içinde bulunduğu kanal irrigasyon solüsyonlarının kavite dezenfektanı olarak kullanıldığı çalışmada Sung ve ark(145) bu solüsyonların mikrosızıntıya etkilerini incelemiştir. Yapılan in vitro çalışmanın sonucuna göre kullanılan solüsyonlar mikrosızıntıya olumsuz etki göstermemiştir.

Çalışmamızda ayrıca kavite dezenfeksiyonu amacıyla diyot lazer kullandık. Yapılan çalışmalarda mikrosızıntıya negatif etkisi olmadığı belirtilen lazer uygulaması sonucu tübül ağzlarının kapandığı ve buna bağlı olarak intratübüler sıvı akışında azalma olduğu gösterilmiştir. Lazerlerin smear tabakasını kaldırarak rezidüel bakterileri elimine ettiği bilinmektedir. Bu etkileriyle lazerler kavite dezenfeksiyonunda kullanılmaktadırlar (139).

Kouchi ve ark S. mutansların 1050-1150 µm derinlikteki dentinde bile bulunabileceğini göstermiştir. Kalınlığı 500 µm olan dentinde klorheksidin glukonatın etkinliğinin %54'e düştüğü ama diyot lazerin 5W 'da mikroorganizmaların %90.8'ini 7W'da ise %97.7'sini yok ettiği bildirilmiştir (146).

Say ve ark (147) %1'lik benzalkonyum klorür ve %2'lik klorheksidin klorür uyguladıkları kaviteyi iki farklı bonding ajan (optibond solo ve one step bond) kullanarak restore etmişlerdir. Çalışmanın sonunda dezenfektanların olumsuz etki göstermediği belirtilmiştir.

Sharma ve ark. ise klorheksidin glukonat, benzalkonyum klorür ve iyodin içerikli üç kavite dezenfektanı ile yaptığı çalışmada klorheksidin glukonat ve benzalkonyum klorür uygulanan grupta mikrosızıntı değerinde olumsuz etki görülmezken, iyodinin uygulanan grupta ise mikrosızıntı değerinde artış olduğu gözlenmiştir (148).

Yapılan çalışmalarda benzalkonyum klorürün, *S. mutans*, *S. salivarius*, *Actinomyces viscosus* gibi mikroorganizmalar üzerinde güçlü antibakteriyel etkiye sahip olduğu gösterilmiş ve restorasyon öncesi kavitedeki bakterilerin eliminasyonu amacıyla kullanımı tavsiye edilmiştir (139).

Ozon gazı doğal bir dezenfektan olması sebebiyle kullanımı hızla yaygınlaşan bir dezenfektan ajandır. Güçlü antibakteriyel, antiviral ve antifungal etkisi ile beraber yara iyileştirici özelliği de ozonun kullanım alanlarını genişletmektedir. Havada bulunan oksijenin parçalanması yoluyla elde edildiği için dezenfeksiyon görevini tamamladıktan sonra ham maddesi olan oksijene dönüşür. Bu durum ozona dezenfeksiyon sonrasında artık ve kalıntı bırakmayan tek dezenfektan olma özelliğini ve avantajını sağlamıştır (149).

Çalışmamızda kullandığımız ozon cihazı Prozone (W&H, Bürmoos, Avusturya) aldığı kuru havadaki oksijen molekülünü parçalayarak oksijen atomuna çevirir. Stabil olmayan oksijen atomu, iki atomlu oksijenle birleşerek üç atomlu ozonu oluşturur. Prozone önceden belirlenmiş dört kullanım süresine sahiptir. 6, 12, 18 ve 24 saniyelik kullanım süreleri farklı endikasyonlar için belirlenmiştir: kavite dezenfeksiyonu için 6 saniye, cerrahi müdahaleler için 12 saniye, periodontal tedaviler için 18 saniye ve endodontik tedaviler için 24 saniyelik ozon gazı uygulanmaktadır. Cihazın her hastada değişen plastik, tek kullanımlık üç farklı aplikatörü bulunmaktadır: coro-tip, endo-tip ve perio-tip. Prozone cihazının en önemli avantajı kullanımının kolay ve güvenli oluşudur.

Baysan ve ark. (150) ozonun *S. mutans* ve *S. sobrinus* üzerindeki antimikrobiyal etkinliğini araştırdıkları çalışmada, başlangıç kök yüzey çürüğüne sahip çekilmiş dişlerde 10 ve 20 saniyelik ozon uygulamaları sonucunda her iki

uygulamada da % 99'dan fazla mikroorganizmanın yok edildiği belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda kavite dezenfeksiyonu uygulamasında en az mikrosızıntı oluşan grup ozon uygulanan grup olarak bulundu.

Çalışmada ayrıca Baysan ve Lynch ozon tedavisinin mikroorganizma sayısını önemli ölçüde azalttığını ve kök çürüklerinde de remineralizasyon sağladığını bulmuşlardır (150). Ozon uygulamasının, kompozit materyalin mine ve dentine bağlanma kuvveti üzerine etkisini inceleyen çalışmada Hussey ve ark. ozonun bağlanma kuvvetini olumsuz etkilemediğini bulmuştur (151).

Huth ve ark. yaptıkları in vitro çalışmada ozonun 1 dakikalık uygulamasının ağız içi epiteli üzerine toksik etkilerini araştırmış ve bu etkileri klorheksidin (%0.2,%2), sodyum hipoklorit (%5.25,%2.25) ve hidrojen peroksit(%3) ile karşılaştırmıştır. Çalışma sonucuna göre çeşitli toksik etkiler gösteren dezenfektanların aksine ozonlu suyun canlı hücreler üzerinde hiçbir toksik etkisi görülmemiştir (152).

Nagayoshi ve ark. kontamine dentin tübüllerine ozon uyguladıktan sonra E.feacalis ve S.mutans sayılarında azalma görmüşlerdir. Aynı çalışmada sonikasyon ile birlikte ozon uygulaması ve %2.5 NaOCl uygulamasının da benzer sonuçlar oluşturduğu görülmüştür (115).

Farklı derinliklerdeki çürüğe uygulanması gereken ozon süresi ile ilgili çalışma yapılması gerektiği belirtilen çalışmada, ozonun mine altındaki dentine etkili bir şekilde ulaşmadığı bildirmiştir. Dentin üzerine yapılan ozon uygulamalarında ise küçük lezyonlara oranla büyük lezyonlarda başarının azaldığı belirtilmiştir. Bunun yanında kavite dezenfeksiyonu amacıyla restorasyon öncesi ozon uygulamasının mine ve dentine bağlanma dayanımını olumsuz etkilemediğini göstermiştir (153,154).

Ozon gazının fissür örtücü penetrasyonu ve mikrosızıntıya olumsuz bir etkisinin olmadığı belirtilmesine rağmen, henüz bonding işlemi öncesi insan dentini üzerinde ozon uygulamalarının etkisi netleşmemiştir. Geçici olarak minede dehidratasyona ve mikrosertliğinin artışına sebep olduğu belirtilmiştir (139).

Restorasyon sonrası dişlerde görülen tekrarlayan veya ikincil çürüklerin sebep olduğu restorasyon başarısızlıklarını önlemek amacıyla araştırmacılar kullanılan rezin materyali veya adeziv sistemleri geliştirmeye çalışmışlardır. Bu çalışmaların sonunda adeziv sistemlere antibakteriyel özellik kazandırılmış böylece hem kavite dezenfeksiyonu sağlanmış hem de mikrosızıntı sonucu kaviteye invaze olan bakteriler elimine edilmiştir (142,155). Çalışmamızda kullanılan dentin bonding sistemin antibakteriyel etkinliğe sahip olanı tercih edilmiştir.

Self etch adeziv sistemlerde asitleme ve ardından yıkama işlemi yapılmaz. Bu nedenle içerisinde bakteri varlığına olanak tanıyan smear tabakası ve deminerilaze dentin uzaklaştırılmaz. Bu durum araştırmacıları self etch adezivlerin antibakteriyel etkinliğini arattırmaya yöneltmiştir. İmazoto ve ark. geliştirdiği MDPB isimli antibakteriyel ajan, self etch adeziv sistemin primerine eklenmiştir. %1-5 oranında MDPB içeren primere sahip self etch adeziv sistemin S.mutans, A.viscocos ve laktobasillere karşı etkili olduğu bildirilmiştir (121).

MDPB ilave edilerek geliştirilen ve piyasaya sürülen adeziv sistemlerden Clearfil Protect Bond (Kuraray, Japan) iki aşamalı self etch adeziv sistemdir. Self-etching primer; antibakteriyel ajan olan MDPB (12-methacryloyloxydodecylpyridiniumbromide), MDP (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate), HEMA (Hydroxy ethyl methacrylate) ve su; bonding ajan ise; MDP, HEMA (2-hydroxyethylmethacrylate) ve sodyum florür içermektedir. MDPB ilaveli adeziv sistemin polimerizasyon büzülmesi sonucu kaviteye ulaşan bakterilerin çoğalmasını önlediği ve sekonder çürüğe karşı dişi uzun süre koruyabileceği bildirilmiştir (142).

Ağız içerisinde restorasyonlar pH ve sıcaklık değişimlerine maruz kalmaktadır. Mikrosızıntı testlerinde ağız içi şartları taklit edilebilmek amacıyla termal siklus uygulanabilmektedir. Dişi ile kompozitlerin ısısız genleşme katsayıları farklı olduğu için, kompozit restorasyonlarda mikrosızıntı derecelerinin tespitinde farklı ısı değişimleri uygulanmasının gerekliliği belirtilmiştir (143).

Çalışmamızda bütün örnekler mikrosızıntı testi öncesinde termal siklus işlemi uygulanmış ve ağız içi ısı değişimleri taklit edilmeye çalışılmıştır.

Dentin ve minenin elastisite modülü kompozit materyalden daha yüksektir. Ağız içi termal ısı değişimleri sonucu, restorasyonların mine ve dentinden daha fazla genleşme ve büzölmeye yatkın olduğu bildirilmiştir (156). Ağız içi ısı değişimleri 4 ile 60 derece aralığında olduğundan, çalışmamızda kullandığımız örneklerde 5 ve 55 derecelerdeki banyolarda ısı sirkölasyonu uyguladık (143).

Termal siklus uygulamalarında ISO standardı olarak 500-630 siklus yeterli kabul edilmektedir. Yapılan çalışmalarda belirlenen bu standardın altındaki termal siklus uygulamalarında, yaşlanma etkisinin elde edilmesinde yetersiz kalabileceği belirtilmiştir (143). Biz de yapmış olduğumuz çalışmada kullandığımız örnekler 1.000 termal siklus uyguladık.

Bakteri çapının 2 µm olmasına karşın bakteri geçişi ve bakteri tabakasının gelişimi için 50 µm'den daha büyük bir aralanma gerekmektedir. Ancak bu boşluğu klinikte gözle görmek mümkün değildir. Restorasyonlarda oluşan bu aralanmayı tespit etmek amacıyla sıklıkla boya penetrasyon yöntemi kullanılmaktadır. Bu amaçla bazik fuksin, gümüş nitrat, metilen mavisi gibi boyalardan faydalanılmaktadır. Organik boyaların sızıntı çalışmalarında kullanılması en eski yöntemlerden olup kolay ve ucuz olduğü için diğer yöntemlere oranla daha çok tercih edilmektedir (157).

Yapılan birçok kenarsızıntı çalışmasında, mikrosızıntıyı belirlemek amacıyla bazik fuksin boya penetrasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle sızıntının olup olmadığı gözlenerek aynı zamanda çeşitli restorasyonların performansı belirlenebilmekte ve karşılaştırmaları yapılabilmektedir(158).

Bazik fuksin, metilen mavisi Hanks ve ark. ile Ferrari ve ark. tarafından yapılan araştırmaya göre bakteri büyüklüklerinin farklı olmasından dolayı mikrosızıntının belirlenmesinde en gerçekçi ajanlar olarak bildirilmiştir (159,160). Ayrıca molekülleri oral florada bulunan çoğu mikroorganizmadan ve yan ürünlerinden daha küçük olduğü için %0.5'lik bazik fuksin solüsyonu yapmış olduğumuz çalışmada tercih edilmiştir. Mikrosızıntı derecelerinin belirlenmesinde ise, örneklerden elde edilen kesitlerin stereo mikroskop ile alınan görüntüleri

incelenmiştir. Boyanın oklüzal ve gingival kenarlardaki penetrasyonları esas alınarak istatistiksel analiz yapılmıştır.

Çalışmamızda elde etmiş olduğumuz mikrosızıntı bulguları incelendiğinde, istatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır ($p>0.05$). Bunun yanında elde edilen sonuçlara göre gruplarda görülen mikrosızıntı değerleri incelendiğinde en az mikrosızıntının ozon gazı uygulanan grupta görüldüğünü belirtebiliriz. Grupları sıralamaya devam edecek olursak mikrosızıntı değerlerinin diyet lazer, bezalkonyum klorür, klorheksidin glukonat ve sodyum hipoklorit uyguladığımız gruba doğru artış gösterdiğini belirtebiliriz.

Gruplar mikrosızıntı açısından incelendiğinde en başarısız grubun kontrol grubu olduğu görüldü. Bu sonuç kavite dezenfeksiyonunun mikrosızıntıyı azalttığını, kavite dezenfeksiyonu uygulanmayan restorasyonlarda ise mikrosızıntı gelişebileceğini göstermektedir. Ancak in vitro çalışmaların, klinik çalışmalarla desteklenip takip edilmesi gerekmektedir.

Çalışmamızda tüm grupların oklüzal ve gingival mikrosızıntı değerlerine bakıldığı zaman oklüzal kenardaki mikrosızıntı değerleri ile gingival kenardaki mikrosızıntı değerleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

SONUÇLAR

Beş farklı kavite dezenfektanının mikrosızıntıya etkilerinin incelendiği bu in vitro çalışma sonucu elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildi. Gruplar arasında istatistiksel olarak bir anlamlılık bulunmamakla birlikte gruplar arası ortalamalarda farklılıklar tespit edildi.

► En az mikrosızıntı ozon uygulanan grupta bulunmuştur.

► En çok mikrosızıntı kontrol grubunda gözlenmiştir.

► Modern kavite dezenfeksiyon yöntemleri geleneksel kavite dezenfeksiyon yöntemlerinden daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

► Geleneksel kavite dezenfeksiyonu yöntemlerinden bezalkonyum klorür, klorheksidin glukonat ve sodyum hipokloritten daha başarılı bulunmuştur.

► Bu çalışmada elde edilen bulgular incelendiğinde, kavite dezenfeksiyonunun mikrosızıntıyı azalttığını, kavite dezenfeksiyonu yapılmayan restorasyonlarda ise mikrosızıntının arttığını söyleyebiliriz. Yine bu in vitro çalışmanın sonuçlarına göre kavite dezenfeksiyonu için en uygun yöntem ozon gazı uygulamasıdır.

Fakat elde ettiğimiz bu in vitro sonuçların klinik çalışmalarla desteklenmesi ve takibinin yapılması gerektiği kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Fisher FJ. The treatment of carious dentine. Br Dent J. 1972,150: 159-162
2. Türkün Ş, Türkün M, Ateş M. MDPB içeren self-etching adeziv sistemin antibakteriyel aktivitesi. GÜ Diş Hek. Fak. Derg. 2003;20(3):41-46.
3. Kidd EA, Joyston-Bechal S, Beighton D. Microbiological validation of assessments of caries activity during cavity preparation. Caries Res 1993; 27(5): 402-408.
4. Fusayama T, Okuse K, Hosoda H. Relationship between hardness, discoloration and microbial invasion in carious dentin. J Dent Res 1966; 45(4): 1033-1046.
5. Kidd EAM, Bechal SJ, Smith MM, Smith SR. The use of a caries detector dye in cavity preparation Br Dent J 1989; 167(4): 132-134.
6. Tarım B, Say EC, Dörter C, Koray F, Dabanoğlu A, Turan N. Çürük dentin saptanmasında “asit red boya” kullanımı. Quintessence Türkçe 2003, 2:45-49.
7. Brannstrom M. The cause of post restorative sensitivity and it's prevention. J Endod 1986, 12:475-481.
8. Brannström M, Nyborg H. Cavity treatment with microbial fluoride solution: Growth of bacteria and effect on the pulp. J Prosthet Dent 1973; 30(3): 303-310.
9. Vivek Sharma MTN, Vasundhara Shivanna. The effect of cavity disinfectants on the sealing ability of dentin bonding system: An in vitro study. Journal of conservative dentistry 2009;12:109-113.

10. Uzer E, Türkün LŞ. Poliasit modifiye kompozit rezin ile nano dolduruculu bir kompozit rezinin kenar sızıntılarının karşılaştırılması. AÜ Diş Hek Fak Derg 2005;32:181-190.

11. Marsh P, Martin MV. Oral Microbiology. Fourth Edition, MPG Books Ltd, Great Britain,2000.

12. Newbrun E. Cariology. Quintessence Publishing Co, Inc, USA,1989.

13. Samaranayake LP. Essential Microbiology for Dentistry. Second Edition, Elsevier, China,2002.

14. Ata P. Konservatif Diş Tedavisi. Yenilik Basımevi, İstanbul,1971.

15. Bayırlı G, Şirin Ş. Restoratif Tedavi. Taş matbaası, İstanbul,1985.

16. Kargül B, Yarat A, Tanboğa İ, Emekli N. Salivary Protein and Some Inorganic Element Levels in Healthy Children and Their Relationship to Caries. Journal of Marmara University Dental Faculty.1994; 2(1): 434-440.

17. Türker M, Yücetaş Ş. Ağız Diş Çene Hastalıkları ve Cerrahisi. Atlas Kitapçılık, Ankara,1997.

18. Kaya S, Tükürük bezi hastalıkları, Günes Tıp Kitabevi, Ankara, 1997.

19. . Humphrey SP, Williamson RT. A review of saliva: Normal composition, flow, and function, J Prosthet Dent. 2001;85:162-169.

20. Siso ŞH, Hürmüzlü F. Çürük Aktivite Testleri. Cumhuriyet Üniv. Diş Hek. Fak. Derg, 2005;8(2):113-118

21.Cengiz AT. Tıp ve Dişhekimliğinde Genel ve Özel Mikrobiyoloji. Güneş Kitapevi, Ankara, 2004.

22. Thylstrup A., Fejerskov O.: Textbook of clinical cariology. Munksgaard, Copenhagen, 1994.

23. Blinks C. S.: Lactobacilli and Streptococcus mutans in saliva, diet and caries increment in 8 and 13 year old children. Scand. J. Dent. Res, 1987; 95: 18-26.

24. Mundorff SA, Eisenberg AD, Leverett DH. Correlation between numbers of microflora in plaque and saliva. Caries Res. 1990; 24: 312-317.

25. Koray F. (1981). Diş Çürükleri. Dünya Tıp Kitapevi, İstanbul.

26. de Soet JJ, de Graaff J. Microbiology of Carious Lesions. Dental Update, 1998; 25: 319-324.

27. Çakır YF, Gürkan S, Attar N. Çürük Mikrobiyolojisi. Hacettepe Diş Hek. Fak. Derg. 2010; 34(3-4):78-91

28. Erganiş O, Öztürk A. Oral Mikrobiyoloji & İmmünoloji. Nobel Tıp Kitabevleri, 2003.

29. Wilkins JC, Homer KA, Beighton D. Analysis of Streptococcus mutans proteins modulated by culture under acidic conditions. Applied and Environmental Microbiol, 2002; 68:5,2382-2390.

30. Bolgöl B, Çelenk S, Ayna B ve ark. Türkiye-Diyarbakır'ın Kırsalında 7-9 Yaşındaki Çocuklarda Tükürük Mutans Streptokok/laktobasil Ve Plak Ph'sı İle Diş Çürüğü Arasındaki İlişkiler. Türkiye Klinikleri. 2004;510 (2).

31. Ceyhan N. Klinikte Biyofilmlerin Önlenmesi İçin Antibiyofilm Stratejileri. Turkish J. Infection 2008;22(4):227-240.

32. Beighton D. The complex oral microflora of high-risk individuals and groups and its role in the caries process, Community Dent. Oral Epidemiol 2005; 33:248-255.

33. Hamada S, Slade HD. Biology, Immunology and Cariogenicity of Streptococcus Mutans. Microbiological Reviews. 1980; 44(2): 331-384.
34. De Soet, Van Loveren C, Lammens A.J.(1991). Differences in Cariogenicity between fresh isolates of streptococcus sobrinus and streptococcus mutans. Caries Res.1991; 25:116-122.
35. Coykendall AL. Genetic heterogeneity in Streptococcus mutans. J.Bacteriol 1971;106:192-196.
36. Hardie JM.and Whiley R.A, The Genus Streptococcus. Oral, Ed by Balows A. Et al. The Prokaryotes, Second Ed. Vol.II ,p. 4216. Springer- Verlag, NY, 1992.
37. Hardie JM. Oral Streptococci, Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 2.Ed. Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME, Williams &Wilkins, Baltimore, Hong Kong, London, Sydney.1986, pp 1054-1063.
38. Dilley DG, Diley DH, Machen JB.Nursing Habid: A Profile Of Patients And Their Families. J. Dent. Child.1980; 47:102-108.
39. Caufield PW. Dental caries- a transmissible and infectious disease revisited. Ped. Dent. 1997; 8:491-498.
40. Clarke J.K.: On the bacterial factor in the aetiology of dental caries. Brit.J.Exp.Pathol.1994; 5:141-147.
41. Balakrishnan M, Simmonds S.R, Tagg J.R.: Dental caries is a preventable infectious disease. Aust. Dent. J. 45:235-245,2000.
42. Bender GH, Sutton SV, Marquis R.E.Acid tolerance proton permeabilities and membrane ATPases of oral streptococci. Infect.Immun.1986;53:331-338

- 43.** van Houte J. Bacterial specificity in the etiology of dental caries. *Int. Dent. J.* 1980; 30:305-326.
- 44.** van Houte J. Role of microorganisms in caries etiology. *J.Dent. Res.* 1994; 73: 672-681.
- 45.** Marthaler T.M, Brunelle J, The prevalence of dental caries in Europe 1990-1995, *Caries Research.* 1996;30:237- 255
- 46.** Kohler B, Andreen I, Jonsson B. The earlier the colortization by mutans streptococci, the higher the caries prevalence at 4 years of age. *Oral Microbiol. Immunol.* 1988; 3:14-17.
- 47.** Jacob LS, Flaitz CM, Nichols CM et al. Role of Dentinal Carious Lesions in the Pathogenesis of Oral Candidiasis in HIV Infection. *JADA* 1998;129:187-194.
- 48.** Camile SF, Robert B, Stephen J. Oral candidosis. *Clinics in Dermatology* 2000;18(5):553-562.
- 49.** Scully C, El-Kabir M, Samaranayake LP. Candida and Oral Candidosis:A Review. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1994;5(2):125-157.
- 50.** Akdeniz BG, Koparal E, Şen BH ve ark. Prevalence of Candida Albicans in Oral Cavities and Root Canals of Children. *J Dent Child.* 2002;Sep-Dec 69(3): 289-292.
- 51.** Pienihäkkinen K. Screening for High Caries Increment in Children. *Proc Finn Dent Soc*84 1987;(Suppl II): 1-76.
- 52.** Zero DT. Dental caries process. *Dental Clinic of North America* 1999;43(4):635-664.
- 53.** Cengiz T. Endodonti. 4. Baskı. Barış Yayınları, Ankara, 1996. p. 43-56.

54. Kidd E, Fejerskov O. Dental Caries. Oxford, Blackwell Munksgaard, 2003; p. 75-83.

55. Mount GJ. Defining, classifying and placing incipient caries lesions in perspective. Dent Clin North Am 2005; 49(4): 701-723.

56. Whiley RA, Beighton D. Current classification of the oral streptococci. Oral Microbiol. Immunol. 1998; 13:195-216.

57. Banerjee A., Watson T.F., Kidd E.A.M. (2000). Dentine Caries Excavation: A Review of Current Clinical Techniques. Br. Dent. J. 2000;188(9): 476-482.

58. Albrektsson TO, Bratthall D, Glantz PJ et al. Tissue Preservation in Caries Treatment. Quintessence Publishing Co. Inc, Germany. 2001;p:153- 166.

59. Tulunoğlu Ö, Ayhan H, Ölmöz A, Bodur H. The effect of cavity disinfectants on microleakage in dentin bonding systems. J Clin. Pediatr. Dent. 1998, 22(4): 299-305.

60. Alaçam T. Endodonti. Nobel Kitabevi , Ankara ,2011.

61. Hürmüzlü F, Dayangaç B, Carıdex sistemi ile çürük temizleme yönteminin mekanik yöntemle karşılaştırılması, Cumhuriyet Üniversitesi Dishekimliği Fakültesi Dergisi 1998;1:1.

62. Opdam NJ, Roeters JJ, Van Berghem E., Eijsvogels E, Bronkhorst E. Microleakage and damage to adjacent teeth when finishing Class II adhesive preparations using either a sonic device or bur. Am J Dent 2002;15(5):317-320.

63. Goldstein RE, Parkins FM. Air-abrasive Technology: Its New Role in Restorative Dentistry. JADA 1994 ;125 May: 551-557.

64.Gerbo LR, Barnes CM, Leinfelder KF. Applications of the air-powder polisher in clinical orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1993; 103: 71-3.

65. Boyde A. Air Polishing Effects on Enamel, Dentin and Cement and Bone. *Br. Dent. J.* 1984; 156:287-291

66.Glenwright HD, Knibbs PJ, Burdon DW. Atmospheric contamination during use of an air polisher. *Br Dent J* 1985; 159: 294 -297.

67.Kotb RM, Abdella AA, El Kateb MA, Ahmed AM. Clinical evaluation of Papacarie in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent* 2009;34:117-123.

68.Peric T, Markovic D, Petrovic B. Clinical evaluation of a chemomechanical method for caries removal in children and adolescents. *Acta Odontol Scand* 2009;67:277-283.

69.Chaussain-Miller C, Decup F, Domejean-Orliaguet S, Gillet D, Guigand M, Kaleka R, Laboux O, Lafont J, Medioni E, Serfaty R, Toumelin-Chemla F, Tubiana J, Lasfargues JJ. Clinical evaluation of the Carisolv chemomechanical caries removal technique according to the site/stage concept, a revised caries classification system. *Clin Oral Invest* 2003;7:32-37.

70. Kisbet S, Ölmez A. Kemomekanik Çürük kaldırma yöntemlerinde güncel yaklaşımlar. *Cumhuriyet Dent J.* 2012;15(4):364-372

71. Beeley JA, Yip HK, Stevenson AG. Chemomechanical caries removal: a review of the techniques and latest developments. *Br Dent J.* 2000;188:427-430.

72. Samaranayake LP. Caries removal techniques and instrumentation:a review.*Clin Oral Invest.* 1998; 2:148-154

73. Moritz A. Cavity Preparation. In: *Oral Laser Application.* Ed. Moritz A. Quintessenz, Berlin 2006, p: 75- 1.

74. As GV. Erbium lasers in dentistry. Clin N Am 2004; 48: 1017-1059
75. Meiers J.C, Kresin J.C. Cavity Disinfectants and Dentin Bonding. Oper Dent. 1996; 21: 153-159.
- 76 .Çalışkan K. Endodonti. Nobel Tıp Kitabevi, Ankara. 2006.
77. Peker D, Özçelik B. Sodyum hipokloritin fikse ve fikse olmayan insan pulpa dokularını çözücü etkisi. HÜ Dis Hek Fak Derg 1993; 21: 21-3.
- 78.Özel E, Yurdagüven H, Say E ve ark. Asit ve Dezenfektan Solüyonlarının Streptococcus Mutans' a Karşı Antibakteriyel Etkinliklerinin Saptanması, Hacettepe Diş. Hek. Fak. Derg. 2005;29(4):8-14.
- 79.Vahdaty A, Pitt Ford T.R, Wilson R.F. Efficacy of Chlorhexidine in Disinfecting Dentinal Tubules in vitro. Endod Dent Traumatol. 1993;243-2.
80. Estrela C, Ribeiro R.G, Estrela C.R.A et al. Antimicrobial Effect of 2% Sodium Hypochlorite and 2% Chlorhexidine Tested by Different Methods. Braz Dent J. 2003; 14(1): 58-62.
- 81.Emilson CG. Potential Efficacy of Chlorhexidine Against Mutans Streptococci and Human Dental Caries. J Dent Res. 1994;73(3):682-691.
- 82.Chan DCN, Lo WW. Residual Antimicrobial Action of Benzalkonium chloride-containing Etchant. J Dent Res. 1994;73:226.
- 83.Gultz J, Do L, Boylan R, et al. Antimicrobial Activity of Cavity Disinfectants. General Dentistry. 1999;March-April:187-190.
- 84.Türkün M, Türkün LS, Ateş M. Is an antibacterial adhesive system more effective than cavity disinfectans ?, Am J Dent 2006;19(3):166-70.
- 85.Greenstein G, Berman C, Jaffin R. Chlorhexidine. An Adject to Periodontal Therapy. J Periodontol 1986;57:370-377.

86. Garcia-Godoy F, Haris NO. Primary Preventive Dentistry. Sixth edition , New Jersey.2004;133-134

87. Scheie A.A. Modes of Action of Currently Known Chemical Anti-plaque Agents other than Chlorhexidine. J Dent Res 1989;68:1609-1616.

88. Coluzzi DJ. An overview of laser wavelengths used in dentistry. Dent Clin North Am. 2000; 4: 753-65.

89. Strauss RA.,Esthetics and laser surgery,"Esthetic Dentistry" (Ed.Ascheim KW ve Dale BG)'de 2. baskı, Mosby, St. Louis, s. 441-51, 2001.

90. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental laser science and instruments. Dent Clin North Am. 2004; 4: 751-70.

91. Yiğit BŞ, Gürsel M. Periodontolojide Lazer (derleme). SÜ Diş Hek. Fak. Derg. 2007;16:67-73.

92.Lynch E. The revolution in dentistry. 1.ed. London .Quintessence Publishing Co.Ltd;2004.

93. Nogales CG, Ferrari PH, Kantorovich EO, Lage-Marques JL. Ozone therapy in medicine end dentistry. J Contemp Dent Pract.2008;9:75-84.

94. Bocci V. Ozonization of blood for the therapy of viral diseases and immunodeficiencies. A hypothesis. Med Hypotheses. 1992;39:30-4

95. Bocci V,Luzzi E, Corradeschi F, Paulesu L, Rossi R, Cardaioli E, Di Simpicio P. Studies on the biological effects of ozone: 4. Cytokine production and glutathione levels in human erythrocytes. J Biol Regul Homeost Agents. 1993;7:133-8

96.Bocci V. Does ozone therapy normalize the cellular redox balance? Implications for therapy of human immunodeficiency virus infection and several other diseases. *Med Hypotheses*.1996;46:150-4

97.Bocci V. Ozone as a bioregulator. Pharmacology and toxicology of ozonotherapy today. *J Biol Regul Homeost Agents*.1996;10:31-53.

98.Bocci V. Autohaemotherapy after treatment of blood with ozone. A reappraisal. *J Int Med Res*. 1994;22:131-44

99. Baysan A, Lynch E, Grootveld M. The use of ozone for the management of primary root carious lesions. Tissue preservation and caries treatment. *Quintessence Book*. 2001;3:49-67.

100.Valacchi G, Bocci V. Studies on the biological effects of ozone: Release of factors from human endothelial cells. *Mediators Inflamm*. 2000;9:271-6.

101. Gupta M, Abhishek. Ozone: An emerging prospect in dentistry. *Indian Journal of dental sciences*. 2012;4: 47-50.

102. Abu-Naba'a L, Al Shorman H,Lynch E. 6-month clinical indices changes after treatment pit and fissure caries. *J Dent Res*. 2003;82:135

103. Holmes J. Clinical reversal of occlusal pit and fissure caries using ozone. *J Dent Res*. 2003;82:354.

104. Holmes J.restoration of ART and ozone treated primary root carious lesions. *J Dent Res*.2004;abstract.

105. Magni E, Hickel R, Ilie N. Influence of gasiform ozone on the micromechanical properties of dentin. *International Dentistry SA*. 2009;11(5):16-21.

106. Holmes J. Clinical reversal of root caries using ozone , double- blind, randomized, controlled 18- month trial. *Gerodontology*.2003;20:106-14.

107. Baysan A, Lynch E . The use of ozone in dentistry and medicine. *Prim Dent Care*.2005;12:47-52.

108. Baysan A, Lynch E. 12-month assessment of ozone on root caries. *J Dent Res*. 2003,82:311.

109. Baysan A, Whiley RA, Lynch E. Antimicrobial effect of novel ozone-generating device on micro-organisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Res*. 2000 ;34:498-501.

110. Holmes J, Grootveld M,Smith C, Claxson AWD, Lynch E. Bleaching of components responsible for extrinsic tooth discoloration by ozone. *AADR*.2003; abstract

111. Tessier J, Rodriguez PN, Lifshitz F, Friedman SM, Lanata EJ. The use of ozone to lighten teeth. An expeimental study. *Acta Odontol. Latinoam*. 2010;23:84-89.

112. Tandan M, Gupta S, Tandan P. Ozone in conservative dentistry& endodontics: A review. *Int. J of Preventive dentistry*. 2012;8(1):28-35.

113. Siqueira JF Jr, Rocas IN, Santos SR, Lima KC, Magalhaes FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canal. *J Endod* 2002;28:181-4.

114. Chang H, Fulton C, Lynch E. Antimicrobial efficacy of ozone on *Enterococcus feacalis*. *J Dent Res*. 2003;82:220

115. Nagayoshi M, Kitamura C, Fukuizumi T, Nishihara T, Terashita M. Antimicrobial effect of ozoneted water on bacteria invading dentinal tubules. *J Endod*. 2004;30:778-81.

116.Cardoso MG,de Olivera LD, koga-Ito CY, Jorge AO. Effectiveness of ozonated water on Candida albicans, Enterococcus feacalis and endotoxins in root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.2008;105:85-91.

117.Siso HS, Kustarci A,Göktolga EG. Microleakage in resin composite restorations after antimicrobial pre-treatments: effect of KTP laser, clorheksidine glukonate and clearfil protect bond. Operative Dentistry. 2009; 34:321-327.

118. Baysan A, Lynch E. Effect of ozone on the oral microbiota and clinical severity of primary root caries. Am J Dent 2004;17: 56-60.

119. Özer F, Karakaya Ş, Ünlü N, Erganiş O, Kav K, Imazato S. Comparison of Antibacterial Activity of Two Dentin Bonding Systems Using Agar Well Technique and Tooth Cavity Model. J Dent. 2003; 31:111-116.

120. Schmalz G, Ergücü Z, Hiller KA. Effect of Dentin on the Antibacterial Activity of Dentin Bonding Agents. J Endod, 2004; 30:352-358.

121. Imazato S, Imai T, Russell RRB, Torii M & Ebisu S. Antibacterial activity of cured dental resin incorporating the antibacterial monomer MDPB and an adhesion-promoting monomer Journal of Biomedical Materials Research. 1998; 39(4) 511-515.

122. Emilson CG, Bergenholtz G. Antibacterial activity of dentinal bonding agents. Quint Int. 1993; 24: 511-5.

123. Imazato S. Antibacterial Properties of Resin Composites and Dentin Bonding Systems. Dent Mater, 2003;19: 449-457.

124.Erdemir U, Yaman BC. Diş hekimliğinde Mikrosızıntı ve Mikrosızıntı Araştırma Yöntemleri. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2011; 45(1) :25-35.

125. Ayyıldız S, Uyar A, Yüzügüllü B. Diş Hekimliğinde Mikrosızıntı Ve İnceleme Yöntemleri. Atatürk üniv Diş Hek Fak Derg 2009;19(3):219-226.

126. Piva E, Meinhardt L, Demarco FF, Powers JM. Dyes for caries detection: influence on composite and compomer microleakage. Clin Oral Investig 2002;6:244-248.

127. Williams PT, Schramke D, Stockton L. Comparison of two methods of measuring dye penetration in restoration microleakage studies. Oper Dent 2002;27:628-633.

128. Heinrich R, Kunzel W. Diagnosis and treatment of carious dentine. J Int Assoc Dent Child. 1986;17:5-8.

129. Karadağ S. Mikrosızıntı araştırma teknikleri ve mikrosızıntıyı etkileyen faktörler. Atatürk Ü Diş Hek Fak Derg 2005;15:80-87.

130. Demirci M, Özer F, Küşdemir M, Sancaklı HŞ, Karakaya Ş. Adeziv sistemlerin farklı uygulama şekillerinin V. sınıf kavitelerdeki mikrosızıntı üzerine etkileri. SÜ Dişhek Fak Derg. 2007;16:29-38.

131. EL-Housseiny, Azza A, Jamjoum H. The effect of caries detector dyes and a cavity cleansing agent on composite resin bonding to enamel and dentin. J Clin Pediatr Dent.2000; 25: 57-63.

132. Türkün M, Türkün LZ, Kalender A. Effect of cavity disinfectants on the sealing ability of nonrinsing dentin-bonding resins. Quintessence Int. 2004;35:469-476.

133. Schouboe T, Mcdonald JB. Prolonged viability of organisms sealed in dentinal caries. Arch Oral Biol.1962; 7: 525-526.

134. Türkün M, Türkün LS, Ateş M. Antibacterial activity of cavity disinfectants. Balk J Stom.2004; 8: 214-219.

135. Ersin NK, Candan A, Aykut A, Eronat C, Belli S. No adverse effect to bonding following caries disinfection with chlorheksidine. J Dent Child.2009; 76: 20-7.

136. Farag A, Sanden WJM, Abdelwahab H, Mulder J, Frencken JE. 5-Year survival of ART restorations with and without cavity disinfection. J Dent.2009; 37: 468-474

137. Stanislawczuk R, Amaral RC, Zander-Grande C, Gagler D, Reis A, Loguercio AD. Chlorhexidine-containing acid conditioner preserves the longevity of resin-dentin bonds. Oper Dent. 2009;34: 481-490.

138. Dallı M, İnce B, Şahbaz C, Bahşı E, Çolak H, Zorba Y.O, Ercan E. Sınıf V kavitelerde dezenfektanların mikrosızıntı üzerine etkisi: in-vitro çalışma. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 2009;19(1):14-19.

139. Dinç G. Kavite Dezenfektanlarının Antibakteriyel Özellikleri, Bağlanma Dayanımı Ve Mikrosızıntı Üzerine Etkileri(Derleme). Atatürk Üniv.Diş Hek. Fak.Derg. 2012;6:66-75.

140. Meiers JC, Shook LW. Effect of Disinfectants on the Bond Strength of Composite to Dentin. Am J Dent,1996; 9: 11-14.

141. Pilo R, Cardash HS, Oz-Ari B, Ben-Amar A. Effect of Preliminary Treatment of the Dentin Surface on the Shear Bond Strength of Resin Composite to Dentin. Oper Dent,2001; 26: 569-575.

142. Imazato S, Kuramoto A, Takahashi Y, Ebisu S, Peters MC. . In vitro antibacterial effects of the dentin primer of clearfil protect bond. Dent Mater.2006; 22: 527–532.

143. Dallı M,Ercan E, İnce B, Çolak H, Bahşı E,Şahbaz C, Bağlar S. Termal Siklusun Mikrosızıntıya Etkisinin Sınıf V Kavitelerde Kompozit Restorasyonlarda İn Vitro İncelenmesi. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg, 2010;2:105-113.

144. Ercan E, Erdemir A, Zorba YO, et al. Effect of different cavity disinfectants on shear bond strength of composite resin to dentin. *J Adhes Dent* 2009; 11(5): 343-346.

145. Sung EC, Chan SM, Tai ET, Caputo AA. Effects of various irrigation solutions on microleakage of Class V composite restorations. *J Prosthet Dent*. 2004;91:265-267.

146. Kouchi Y, Ninomiya J, Yasuda H, Fukui K, Moriyama T, Okamoto H. Location of *Streptococcus mutans* in the dentinal tubules of open infected root canals. *J Dent Res* 1980; 59(12): 2038–46.

147. Say EC, Koray F, Tarim B, Soyman M, Gulmez T. In vitro effect of cavity disinfectants on the bond strength of dentin bonding systems. *Quintessence Int* 2004; 35(1): 56-60.

148. Sharma V, Nainan MT, Shivanna V. The effect of cavity disinfectants on the sealing ability of dentin bonding system: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2009; 12(3): 109-13.

149. Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *J Dent*.2008; 36: 104-16.

150. Baysan A, Whiley RA, Lynch E. Antimicrobial effect of novel ozone-generating device on micro-organisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Res*. 2000 ;34:498-501.

151. Hussey D, Armstrong C, Lynch E. Bond strengths of composite or enamel/dentin treated with ozone. The first Pan european Festival of Oral Sciences. Cardiff, UK.2002;abstract.

152. Hunth KC, Jakop FM, Saugel B, Cappello C, Paschos E, Hollwek R, Hickel R, Brand K. Effect of ozone on oral cells compared with established antimicrobials. *Eur J Oral Sci.* 2006;114:435-40.

153. Featherstone JDB, Gansky SA, Hoover CI. A randomized clinical trial of caries management by risk assessment. *Caries Res.* 2005;39:295.

154. Baysan A, Beighton D. Assessment of the ozone-mediated killing of bacteria in infected dentine associated with non-cavitated occlusal carious lesions. *Caries Res.* 2007;41:337-41.

155. Karanika-Kouma A, Dionysopoulos P, Kolinooutou-Koubia E, Kolokotronis A. Antibacterial properties of dentin bonding systems, poliacid-modified composite resins and composite resins. *J Oral Rehabil.* 2001; 28: 157-160.

156. Sideridou I, Achilias DS, Kyrikou E. Thermal expansion characteristics of light-cured dental resins and resin composites. *Biometarials,* 2004;25:3087-3097.

157. Gilmore HW, Lund MR, Bales DJ, Verneti JP. *Operative Dentistry*, 4th ed. St Louis, 1997, the CV Mosby Co.

158. Hürmüzlü F, Siso SH ve Işın D .Yeni jenerasyon dentin bonding ajanların amalgam restorasyonlarda marjinal sızıntıya etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*,2004; 7:22-26.

159. Hanks GT, Wataha JC, Parsel RR. Permeability of biological and synthetic molecules through dentine. *J Oral Rehabil,* 1994;2:475-487.

160. Ferrari M, Garcia-Godoy F. Sealing ability of new generation adhesive restorative materials placed on vital teeth. *Am J Dent* 2002;15:117-128.

