





**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PEDODONTİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI AJAN ve SİSTEMLERİN KAVİTE  
DEZENFEKSİYONUNDA KULLANILDIĞINDA  
ANTİBAKTERİYEL, NANOSİZINTI ve  
BAĞLANMA KUVVETLERİNE ETKİLERİNİN  
İN-VİTRO İNCELENMESİ**

**İpek ARSLAN**

**DOKTORA TEZİ**

**Yrd. Doç. Dr. Özgül BAYGIN**

**TRABZON-2013**

## **BEYAN**

Bu tez çalışmasının KTÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzu standartlarına uygun olarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, tezimin KTÜ BAP koordinasyon birimi tarafından 1200 nolu proje ile desteklendiğini beyan ederim.

10.06.2013

İpek ARSLAN

(İmza)

## İTHAF

*Bu doktora tezimi bana hiçbir zaman güvenini ve inancını kaybetmeyen babam Hasan ARSLAN'a ve doktora tezimin her aşamasında yanımda olan ve bir ömür boyunca yanımda olmasını istediğim müstakbel eşim Fatih ERDEMİR' e ithaf ediyorum*

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve deneyimleri ile yardımlarını ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Özgül BAYGIN'a, bölüm başkanım Doç. Dr. Adem KUŞGÖZ'e, tezimin her aşamasında yanımda hissettiğim bilgi ve deneyimlerini içtenlikle paylaşan bölümümüzün değerli öğretim üyesi Doç. Dr. Tamer TÜZÜNER'e, tezim sırasında maddi ve menevi yardımlarını esirgemeyen sevgili bölüm arkadaşlarıma, Lazer teknisyenleri ve tüm pedodonti personeline,

Tezimin mikrobiyoloji aşamasında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Gülçin BAYRAM'a, Dr. Rukiye İŞLEK'e ve Dr. Gülşen ULUÇAM'a,

Tezimin nanosızıntı aşamasında bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Aykut ÇANAKÇI'ya;

Benden sevgilerini ve ilgilerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Hatice ARSLAN, babam Hasan ARSLAN, abim Atilla ARSLAN ve ablam Müzeyyen İNCİ'ye ve içlerine yeni katıldığım ama sevgilerini ve ilgilerini hep hissettiğim ERDEMİR ailesine,

Beni büyük bir sabırla bekleyen, tezimin her aşamasında emeği olan sevgili nişanlım Fatih ERDEMİR'e,

Ve en son olarak hayatımın en büyük şansını ile tanışmama vesile olan tezimin kendisine teşekkür ediyorum.

İpek ARSLAN

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                           |      |
|-----------------------------------------------------------|------|
| İç Kapak Sayfası                                          |      |
| KABUL ve ONAY                                             |      |
| BEYAN                                                     |      |
| İTHAF                                                     |      |
| TEŞEKKÜR                                                  |      |
| TABLolar DİZİNİ                                           | ix   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ                                           | x    |
| RESİMLER                                                  | xi   |
| KISALTMA, SİMGE ve FORMÜLLER DİZİNİ                       | xiii |
| İÇİNDEKİLER                                               | vi   |
| 1. ÖZET                                                   | 1    |
| 2. SUMMARY                                                | 2    |
| 3. GİRİŞ ve AMAÇ                                          | 3    |
| 4. GENEL BİLGİLER                                         | 6    |
| 4.1. Diş Çürüğü                                           | 6    |
| 4.2. Çürük Etiyolojisi                                    | 7    |
| 4.2.1. Çürük Oluşumunda Etkili Faktörler                  | 7    |
| 4.2.1.1. Konak (Diş ve Tükürüğe Ait Faktörler)            | 7    |
| 4.2.1.2. Diyet (Substrat)                                 | 10   |
| 4.2.1.3. Ağız Florası                                     | 11   |
| 4.3. Diş Çürüğü ile İlişkili Mikroorganizmalar            | 13   |
| 4.3.1. Streptokoklar                                      | 13   |
| 4.3.2. Laktobasiller                                      | 17   |
| 4.3.3. Diğer Mikroorganizmalar                            | 19   |
| 4.4. Kavite Dezenfektanları                               | 19   |
| 4.4.1. Klorheksidin                                       | 20   |
| 4.4.2. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)                          | 22   |
| 4.4.3. Hidrojen Peroksit (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) | 22   |
| 4.4.4. Benzalkonyum Klorür                                | 23   |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4.5. İyodin Solüsyonları                                                                   | 23 |
| 4.4.6. Fosforik Asit                                                                         | 23 |
| 4.4.7. Fluorid                                                                               | 24 |
| 4.4.8. Propolis                                                                              | 24 |
| 4.4.9. Aloe Vera                                                                             | 24 |
| 4.4.10. Ozon                                                                                 | 25 |
| 4.4.11. Işıkla Aktive Olan Dezenfeksiyon Sistemleri<br>[Light-Activated -Disinfection (PAD)] | 25 |
| 4.4.12. Lazer                                                                                | 27 |
| 4.4.12.1. Lazer Işığının Oluşumu                                                             | 28 |
| 4.4.12.2. Lazer Parametreleri                                                                | 28 |
| 4.4.12.3. Lazer-Doku Etkileşimleri                                                           | 30 |
| 4.4.12.4. Lazer Sistemlerinin Sınıflandırılması                                              | 32 |
| 4.4.12.5. Dişhekimliğinde Sık Kullanılan Lazerler ve Dalga Boyları                           | 33 |
| 4.4.12.6. Pedodontide Lazer Kullanımı                                                        | 37 |
| 4.4.12.7. Lazer Güvenliği                                                                    | 41 |
| 4.5. Antibakteriyel Ajan ve Sistemlerin Fiziksel Etkileri                                    | 43 |
| 4.5.1. Bağlanma Kuvvetlerine Etkileri                                                        | 43 |
| 4.5.2. Sızıntıya Etkisi                                                                      | 43 |
| <b>5. GEREÇ VE YÖNTEM</b>                                                                    | 45 |
| 5.1. Mikrobiyolojik İnceleme                                                                 | 45 |
| 5.1.1. Diş Yüzeyinin ve Test Kavitelerinin Hazırlanması                                      | 50 |
| 5.1.2. Dişlerin Test Edilecek Mikroorganizmalar ile İnokule Edilmesi                         | 51 |
| 5.1.3 Antibakteriyel Ajan ve Sistemlerin Dişlere Uygulanması                                 | 53 |
| 5.1.4. Kaviteden Dentin Talaşlarının Toplanması ve Mikrobiyolojik İnceleme                   | 55 |
| 5.2. Mikrogerilme-Bağlanma Testi                                                             | 58 |
| 5.2.1. Diş Yüzeylerinin Hazırlanması                                                         | 58 |
| 5.2.2. Antibakteriyel ajan ve sistemlerin uygulanması                                        | 58 |
| 5.2.3. Test Aşamalarının Gerçekleştirilmesi                                                  | 59 |
| 5.3. Nanosızıntının Değerlendirilmesi                                                        | 61 |
| 5.3.1. Test kavitelerinin hazırlanması                                                       | 62 |

|                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3.2. Antibakteriyel Ajan ve Sistemlerin Uygulanması<br>ve Kavitelerin Restore Edilmesi                                        | 62  |
| 5.3.3. Termalsiklüs işleminin gerçekleştirilmesi                                                                                | 62  |
| 5.3.4. Örneklerin hazırlanması                                                                                                  | 62  |
| 5.3.5. Örneklerin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Enerji Dağılımlı X-Işınları<br>Spektroskopisi (SEM-EDX) ile İncelenmesi | 63  |
| 5.4. İstatistiksel değerlendirme                                                                                                | 64  |
| <b>6. BULGULAR</b>                                                                                                              | 65  |
| 6.1. Mikrobiyoloji Testlerine Ait Bulgular                                                                                      | 65  |
| 6.1.1. <i>S. mutans</i> 'a Ait Bulgular                                                                                         | 65  |
| 6.1.2. <i>L. acidophilus</i> 'a Ait Bulgular                                                                                    | 67  |
| 6.2. Mikrogerilim Bağlanma Kuvveti Testlerine Ait Bulgular                                                                      | 68  |
| 6.3. Nanosızıntı Testlerine Ait Bulgular                                                                                        | 71  |
| <b>7. TARTIŞMA</b>                                                                                                              | 82  |
| <b>8. SONUÇLAR</b>                                                                                                              | 103 |
| <b>9. KAYNAKLAR</b>                                                                                                             | 104 |
| <b>10. EKLER</b>                                                                                                                | 124 |
| <b>10. KTÜ BAP Proje Onayı</b>                                                                                                  | 124 |
| <b>11. ÖZGEÇMİŞ</b>                                                                                                             | 125 |

## TABLÖLAR DİZİNİ

| Tablo                                                                                                                         | Sayfa |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Tablo 1.</b> Ağızda görülen streptokok türleri                                                                             | 14    |
| <b>Tablo 2.</b> Mutans streptokoklar ve serotipleri                                                                           | 16    |
| <b>Tablo 3.</b> Ağızda sık görülen laktobasiller ve glikoliz sonucu ürettikleri asitlere göre ait olduğu gruplar              | 18    |
| <b>Tablo 4.</b> Diş çürüğü ile ilişkili bakteri türleri                                                                       | 19    |
| <b>Tablo 5.</b> Dişhekimliğinde sıklıkla kullanılan lazerler, dalga boyları ve kullanım alanları                              | 34    |
| <b>Tablo 6.</b> Er,Cr:YSGG cihazı ve özellikleri                                                                              | 36    |
| <b>Tablo 7.</b> Diyet lazer cihazı ve özellikleri                                                                             | 37    |
| <b>Tablo 8.</b> Düşük düzeyli lazer terapilerinde uygulanan dalga boyu, enerji yoğunluğu ve oluşturdıkları etki               | 40    |
| <b>Tablo 9.</b> Çalışma modeli                                                                                                | 45    |
| <b>Tablo 10.</b> Antibakteriyel ajanlar, içerikleri ve üretici firmaları                                                      | 47    |
| <b>Tablo 11.</b> Test edilen mikroorganizmalar ve örnek sayıları                                                              | 50    |
| <b>Tablo 12.</b> Test kaviteleri ve kullanılan materyaller                                                                    | 53    |
| <b>Tablo 13.</b> Uygulanan ajan ile sistemler ve uygulama şekilleri                                                           | 54    |
| <b>Tablo 14.</b> Mikrobiyoloji aşamasında kullanılan agarlar ve içerikleri                                                    | 57    |
| <b>Tablo 15.</b> Çalışmada kullanılan adeziv ve kompomerin içeriği ve uygulanım şekli                                         | 59    |
| <b>Tablo 16.</b> Çalışmada kullanılan ajan ve sistemlerin <i>S.mutans</i> 'a karşı gösterdiği etkinlik değerleri              | 66    |
| <b>Tablo 17.</b> Çalışmada kullanılan ajan ve sistemlerin <i>L. acidophilus</i> 'a karşı gösterdiği etkinlik değerleri        | 67    |
| <b>Tablo 18.</b> Çalışmada kullanılan ajan ve sistemlerin kompomer restorasyonların mikrogerilim bağlanma kuvvetlerine etkisi | 69    |
| <b>Tablo 19.</b> Gruplara ait kırılma tipleri yüzdeleri                                                                       | 70    |
| <b>Tablo 20.</b> Çalışmada kullanılan ajan ve sistemlerin kompomer restorasyonların nanosızıntı değerlerine etkisi            | 80    |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

| Şekil                                                                                                        | Sayfa |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 1. Lazer cihazının yapısı                                                                              | 28    |
| Şekil 2. Dişhekimliğinde kullanılan lazerlerin dalga boyları ve elektromanyetik spektrumdaki yerleri         | 29    |
| Şekil 3. Işığın sahip olduğu temel özellikler                                                                | 30    |
| Şekil 4. Işığın doku ile etkileşimi                                                                          | 31    |
| Şekil 5. Diş kavite testinden sonra geriye kalan <i>S. mutans</i> sayıları (cfu/ml)                          | 66    |
| Şekil 6. Diş kavite testinden sonra geriye kalan <i>L. acidophilus</i> sayıları (cfu/ml)                     | 68    |
| Şekil 7. Kavite dezenfeksiyonu sonrasında kompomer restorasyonların mikrokerilim bağlanma dayanımı değerleri | 70    |
| Şekil 8. Kavite dezenfeksiyonu sonrasında kompomer restorasyonların nanosızıntı değerleri                    | 81    |

## RESİMLER DİZİNİ

| Resim                                                                                                                                         | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Resim 1.</b> Çalışmada kullanılan antibakteriyel ajanlar                                                                                   | 48    |
| <b>Resim 2.</b> Çalışmada kullanılan Waterlase Er,Cr:YSGG Lazer cihazı                                                                        | 48    |
| <b>Resim 3.</b> Çalışmada kullanılan EzLase Diyot lazer cihazı                                                                                | 48    |
| <b>Resim 4.</b> Çalışmada kullanılan FotoSan sistemi, a) Işık kaynağı, b)Işığa duyarlı ajan                                                   | 49    |
| <b>Resim 5.</b> Çalışmada kullanılan alt sıgır dişi örneği                                                                                    | 49    |
| <b>Resim 6.</b> Kavitelerin diş üzerine yerleşimi, a) Dişin bukkal yüzünde yer alan 6 kavite, b) Dişin lingual yüzünde yer alan 2 kavite      | 50    |
| <b>Resim 7.</b> McFarland cihazı                                                                                                              | 52    |
| <b>Resim 8.</b> Dişlerin mikroorganizmalar ile inokule edilmesi                                                                               | 52    |
| <b>Resim 9.</b> Vorteks cihazı                                                                                                                | 56    |
| <b>Resim 10.</b> <i>S. mutans</i> grubunda görülen üreme                                                                                      | 56    |
| <b>Resim 11.</b> <i>L. acidophilus</i> grubunda görülen üreme                                                                                 | 56    |
| <b>Resim 12.</b> Çalışmada kullanılan İsetmet cihazı                                                                                          | 60    |
| <b>Resim 13.</b> İsetmet cihazı ile kesitlerin alınması                                                                                       | 60    |
| <b>Resim 14.</b> Mikrogerilim testleri için elde edilen dentin çubuğu örneği                                                                  | 60    |
| <b>Resim 15.</b> Mikrogerilim cihazı                                                                                                          | 61    |
| <b>Resim 16.</b> Zımparalama ve parlatma işlemleri sırasında kullanılan cihazlar                                                              | 63    |
| <b>Resim 17.</b> İncelemenin yapıldığı SEM cihazı                                                                                             | 64    |
| <b>Resim 18.</b> Kontrol grubuna ait SEM görüntüleri; a) K: Kompomer, H: Hibrit tabakası, D: Dentin (6000x), b) EDX analiz sonuçları          | 72    |
| <b>Resim 19.</b> Corsodyl grubuna ait SEM görüntüleri; a) D: Dentin, H: Hibrit tabakası, K: Kompomer (6000x), b) EDX analiz sonuçları         | 73    |
| <b>Resim 20.</b> Cervitec grubuna ait SEM görüntüleri; a) D: Dentin, H: Hibrit tabakası, K: Kompomer (6000x), b) EDX analiz sonuçları         | 74    |
| <b>Resim 21.</b> Cervitec plus grubuna ait SEM görüntüleri; a) D: Dentin, H: Hibrit tabakası, K: Kompomer (7500x), b) EDX analiz sonuçları    | 75    |
| <b>Resim 22.</b> Flour Protector grubuna ait SEM görüntüleri; a) D: Dentin, H: Hibrit tabakası, K: Kompomer (13000x), b) EDX analiz sonuçları | 76    |
| <b>Resim 23.</b> FotoSan grubuna ait SEM görüntüleri; a) K: Kompomer, H: Hibrit tabakası, D: Dentin (5000x), b) EDX analiz sonuçları          | 77    |
| <b>Resim 24.</b> Diyot Lazer grubuna ait SEM görüntüleri; a) D: Dentin, H: Hibrit tabakası, K: Kompomer (4500x), b) EDX analiz sonuçları      | 78    |

**Resim 25.** Er,Cr:YSGG lazere ait SEM görüntüleri; a) D: Dentin, H: Hibrit tabakası, K:Kompomer (6000x), b) EDX analiz sonuçları 79

## KISALTMA, SİMGE ve FORMÜLLER DİZİNİ

### Kısaltmalar

|                                   |                                                             |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>ANSI</b>                       | Amerika Birleşik Devletleri özel standartlar                |
| <b>ART</b>                        | Atravmatik Restoratif Terapi                                |
| <b><i>B. melaninogenicus</i></b>  | <i>Bacteroides Melaninogenicus</i>                          |
| <b>BHI</b>                        | Beyin Kalp İnfüzyon                                         |
| <b><i>C. albicans</i></b>         | <i>Candida Albicans</i>                                     |
| <b>Ca</b>                         | Kalsiyum                                                    |
| <b>CO<sub>2</sub></b>             | Karbondioksit                                               |
| <b>CO<sub>3</sub></b>             | Karbonat                                                    |
| <b>DDL T</b>                      | Düşük Düzeyli Lazer Terapisi                                |
| <b>DMFT</b>                       | Decay Missing Filling Teeth                                 |
| <b>EDX</b>                        | Energy disperstion X-Ray Spectrum                           |
| <b>EN</b>                         | Avrupa özel standartlar                                     |
| <b>Er,Cr:YSGG</b>                 | Erbiyum Kromiyum: Yittriyum Skandiyum Galyum Garnet         |
| <b>Er:YAG</b>                     | Erbiyum Kromiyum: Yttrium Alüminyum Garnet                  |
| <b>F</b>                          | Fluorid                                                     |
| <b>FDA</b>                        | Food and Drug Administration                                |
| <b>GTF</b>                        | Glukozil Transferaz Enzimi                                  |
| <b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b> | Hidrojen peroksit                                           |
| <b>HAP</b>                        | Hidroksiapatit                                              |
| <b>IEC</b>                        | International Electrotechnical Commission                   |
| <b>ISO</b>                        | Uluslararası Standardizasyon Örgütü                         |
| <b>J</b>                          | Joule                                                       |
| <b>K</b>                          | Potasyum                                                    |
| <b><i>L. acidophilus</i></b>      | <i>Lactobacillus Acidophilus</i>                            |
| <b>LAD</b>                        | Light-Activated-Disinfection                                |
| <b>MASER</b>                      | Microwave Amplification of Stimulated Emission of Radiation |
| <b>MB</b>                         | Metilen mavisi                                              |
| <b>Mg</b>                         | Magnezyum                                                   |
| <b>MS</b>                         | Mutans Streptekoklar                                        |

|                             |                                          |
|-----------------------------|------------------------------------------|
| <b>Na</b>                   | Sodyum                                   |
| <b>NaOCl</b>                | Sodyum Hipoklorit                        |
| <b>Nd:YAG</b>               | Neodymiyum: Yittriyum Alüminyum Garnet   |
| <b>Ort</b>                  | Ortalama                                 |
| <b>P</b>                    | Fosfor                                   |
| <b>Pps</b>                  | Pulse per second                         |
| <b><i>S. mitis</i></b>      | <i>Streptococcus Mitis</i>               |
| <b><i>S. mutans</i></b>     | <i>Streptococcus Mutans</i>              |
| <b><i>S. salivarius</i></b> | <i>Streptococcus salivarius</i>          |
| <b><i>S. sangius</i></b>    | <i>Streptococcus Sangius</i>             |
| <b>SEM</b>                  | Taramalı Elektron Mikroskobu             |
| <b>SPSS</b>                 | Statistical Packages for Social Sciences |
| <b>Ss</b>                   | Standart sapma                           |
| <b>TEM</b>                  | Geçirmeli Elektron Mikroskobu            |
| <b>W</b>                    | Watt                                     |
| <b>Zn</b>                   | Çinko                                    |

## 1. ÖZET

### **Farklı Ajan ve Sistemlerin Kavite Dezenfeksiyonunda Kullanıldığında Antibakteriyel, Nanosızıntı ve Bağlanma Kuvvetlerine Etkilerinin İn Vitro İncelenmesi**

Bu çalışmanın amacı, süt dişlerinde farklı ajan ve sistemlerin diş çürüklerinden sıklıkla izole edilen *Streptococcus Mutans* (*S. mutans*) ve *Lactobacillus acidophilus* (*L. acidophilus*)'a karşı antibakteriyel etkinliğinin araştırılması ve poli-asit-modifiye kompozit rezin (kompomer) restorasyonlar ile birlikte kullanımının nanosızıntı ve bağlanma kuvvetlerine etkilerinin in vitro incelenmesidir. Çalışmanın birinci bölümünde Corsodyl, Cervitec, Cervitec Plus, Fluor Protector ajanlarının ve FotoSan, Diyot lazer ve Er,Cr:YSGG lazer sistemlerinin antibakteriyel etkinliği değerlendirildi. Çalışmanın ikinci bölümünde bu yöntemlerle dezenfekte edilen süt dişlerine uygulanan kompomer restorasyonların bağlanma dayanımları mikrogerilme testi metoduyla incelendi. Çalışmanın üçüncü bölümünde bu yöntemlerin süt dişi kompomer restorasyonlarının nanosızıntı değerlerine etkisi araştırıldı. Çalışmada tüm ajan ve sistemlerin her iki mikroorganizmaya karşı istatistiksel olarak anlamlı antibakteriyel etkinlik gösterdiği bulguları (p<0.01). Kavite dezenfeksiyonu amacıyla uygulanan ajanların kompomer restorasyonların bağlanma dayanımını azaltırken (p<0.05), Er,Cr:YSGG lazerin bağlanma dayanımını arttırdığı saptandı (p<0.01). Nanosızıntı incelemesinde ise Corsodyl ve Cervitec'in kompomer restorasyonların sızıntısını artırırken, Er,Cr:YSGG lazerin ise azalttığı görüldü (p<0.01).

Süt dişi kavite dezenfeksiyonunda; antibakteriyel etki gösteren, kompomer restorasyonların bağlantılarını arttıran ve sızıntılarını azaltan Er,Cr:YSGG lazer sisteminin tercih edilebilecek yöntem olduğu ayrıca antibakteriyel etki gösteren, kompomer restorasyonların bağlantılarını ve sızıntılarını etkilemeyen Diyot lazer ve FotoSan sistemlerinin de alternatif yöntemler olabileceği sonucuna varıldı.

**Anahtar sözcükler:** Lazer, FotoSan, Antibakteriyel Ajanlar, Nanosızıntı, Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı.

## 2. SUMMARY

### **In Vitro Evaluation of Various Agents and systems's antibacterial effects and their efficacy on nanoleakage and bond strength when used for cavity disinfection**

The aim of this study is to evaluate the antibacterial effect of different agents and systems on *S. mutans* and *L. acidophilus* to search their effects, on microtensile bond strength and nanoleakage of poly-aside-modified composite resin (compomer) restorations on primary teeth.

In the first part, antibacterial effect of Corsodyl, Cervitec, Cervitec Plus, Flour Protector agents and FotoSan, diode laser and Er,Cr:YSGG laser systems on *S. mutans* and *L. acidophilus* were evaluated. In the second part, the effect of study groups, on bond strength of compomer restorations were evaluated by microtensile test. In the third part, the effect of the same materials on the nanoleakage of compomer restorations were evaluated.

All materials tested showed significant antibacterial effect on both of two microorganisms ( $p < 0.01$ ). Agents used in the present study were significantly reduced the microtensile bond strength of compomer restorations ( $p < 0.05$ ) and Er,Cr:YSGG laser was significantly increased the bond strength ( $p < 0.01$ ). Corsodyl and Cervitec were significantly increased the nanoleakage of compomer restorations on the other hand Er,Cr:YSGG laser was significantly decreased ( $p < 0.01$ ).

Er,Cr:YSGG laser which has antibacterial effect and positive effect on bonding and leakage can be used for cavity disinfection. Also Diode laser and FotoSan which have antibacterial effect and no negative effect on bonding and leakage can be used for cavity disinfection.

**Key words:** Laser, Fotosan, Antibacterial Agents, Nanoleakage, Microtensile bond strength.

### 3. GİRİŞ ve AMAÇ

Diş çürüğü; plak içindeki patojen bakterilerin fermente olabilen karbonhidratları metabolize etmesi sonucu oluşan, organik asitlerin diş minerallerini çözmesiyle meydana gelen enfeksiyöz, transfer olabilen ve geri dönüşümsüz bir hastalıktır ve günümüzde toplumları en çok etkileyen kronik hastalıkların başında geldiği bilinmektedir (1).

Diş çürüğünün tedavi prensibi çeşitli yöntemlerle enfekte diş dokularının kaldırılması ve oluşan boşluğun diş dokularını en iyi şekilde taklit edebilecek materyallerle restore edilmesine dayanır.

Son dönemde estetik kaygıların artması neticesinde rezin esaslı materyallerin kullanımının yaygınlaşmasıyla diş dokularının korunmasına yönelik koruyucu kavite preperasyonu teknikleri gündeme gelmiştir. Dişhekimliğindeki gelişmelere paralel olarak pedodonti kliniklerinde de kompomerler hem fiziksel hem de estetik özelliklerinin tatmin edici düzeyde olması nedeniyle sık kullanılan materyaller arasında yerini almıştır. Kompomerlerin sık kullanılan materyaller arasına girmesiyle süt dişlerinde de koruyucu teknikler gündeme gelmiştir. Dentin dokusunun rengine ve sertliğine bakılarak çürüğün uzaklaştırılmasına karar verilen koruyucu yöntemler görsel ve dokunma duyularına dayanması nedeniyle subjektif veriler sunmakta ve diş dokularının içinde yer alan bakterileri uzaklaştırmakta yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle objektif veriler sunan çürük indikatörleri önerilmektedir fakat çürük indikatörleri kullanılarak hazırlanan kavitelerin dahi %15-40'ında bakteri varlığı tespit edilmiştir (2, 3). Dentinin içinde yer alan bu rezidüel bakteriler; enzimatik aktivitelerini sürdürerek sayılarını bir ayda iki katına kadar artırabilmektedirler (4). Mikroorganizmaların neden olduğu postoperatif hassasiyet, ikincil çürük ve pulpal enflamasyonu önlemek amacıyla kavitelerin dezenfeksiyonu önerilmektedir (5-8).

Günümüzde kavite dezenfeksiyonunda; klorheksidin, sodyum hipoklorit (NaOCl), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), benzalkolyum klorür, iyodin solüsyonları, fosforik asit, florid (F), propolis, aloe vera, ozon, ışıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemleri (Light-Activated Disinfection-LAD) ve lazer gibi madde ve yöntemler kullanılabilmektedir.

Kavite dezenfeksiyonunda rezin esaslı materyallerin adezyonu ile ilişkili problemlerle karşılaşılabilir. Bu nedenle klinik uygulamalara geçilmeden önce bağlantı ve sızıntı testlerinin yapılması önerilir (9, 10).

Bağlanma dayanımı testleri diş-adeziv ara yüzeyinde birim alanda bağlanmayı bozarak kırılmaya neden olan minimum kuvvet değerinin kaydedilmesi prensibine dayanan testlerdir (11). Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) bağlantı direncinin ölçülmesinde çekme bağlanma kuvveti (tensile bond strenght) ve makaslama bağlanma kuvveti (shear bond strenght) testlerini önermiştir. Son yıllarda sıklıkla tercih edilen mikrogerilme bağlanma dayanımı testi dentin-adeziv yüzeyindeki stres dağılımının homojen olması, bir diştten birden daha fazla örnek elde edilebilmesi, dişin spesifik bölgelerindeki bağlanma dayanımının ölçülebilmesi, kırılma yüzeyinin 1mm<sup>2</sup> olması nedeniyle Taramalı Elektron Mikroskopu [Scanning Electron Microscopy (SEM)] ve Stereomikroskop ile incelemenin mümkün olması gibi avantajlara sahiptir (12).

Restorasyon ile diş dokusu arasındaki sızıntının en önemli sebebi restoratif materyalin diş dokusuna zayıf adezyonudur. Kavite dezenfektanlarının adezyonu etkileyebileceği düşüncesi ile kavite dezenfeksiyonu sonrası sızıntı çalışmaları literatürde yer almaktadır (9, 13).

Günümüze kadar sızıntı sıklıkla mikro boyutta incelenmiştir. Mikrosızıntı çalışmalarında boyama yöntemi tercih edilmiştir. Mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan boyaların partiküllerinin çapının bakterilerin çapından daha geniş olması ağız ortamında gerçekleşen sızıntıyı tam olarak yansıtamamaktadır. Bu nedenle araştırmacılar yeni yöntemlerin arayışına girmişlerdir.

Son dönemde nano boyutta yapılan sızıntı çalışmaları literatürde yer almaya başlamıştır. Nanosızıntı hibrit tabakası içinde yer alan kollojen fibrillerin etrafında gerçekleşen nanometre boyuttaki sızıntıdır. Nanosızıntı çalışmalarında boyama ammonoikal gümüş nitrat solüsyonu ile yapılır. Gümüş nitrat solüsyonu partiküllerinin boyutları ortalama olarak 0.59 nm civarındadır. Ağız ortamında yaşayan bakterilerin boyutları ise 0.5-1 nm arasında değişmektedir. Bu nedenle gümüş nitrat sızıntı çalışmalarına uygun boyama solüsyonu olarak görülmektedir (14). Gümüş nitrat ile

boyanan örnekler SEM veya Geçirmeli Elektron Mikroskobu [Transmission Electron Microscope (TEM)] ile incelenmektedir.

Bu çalışmanın amacı Corsodyl, Cervitec, Cervitec Plus ve Fluor Protector olmak üzere dört farklı ajanın ve FotoSan, Diyet Lazer ve Er,Cr:YSGG Lazer olmak üzere üç farklı sistemin diş çürüğü oluşumunda ve gelişimde en etkili mikroorganizmalar olan *S. mutans* ve *L. acidophilus*'a karşı antibakteriyel etkinliğinin değerlendirilmesi ve bu materyal ve sistemlerin süt dişi kompomer restorasyonlarının mikrogerilim bağlanma dayanımı ve nanosızıntı derecesine etkisinin in vitro koşullarda değerlendirilmesidir.

## 4. GENEL BİLGİLER

### 4.1. Diş Çürüğü

Diş çürüğü; plak içindeki patojen bakterilerin fermente olabilen karbonhidratları metabolize etmesi sonucu oluşan, organik asitlerin diş minerallerini çözmesiyle meydana gelen enfeksiyöz, transfer olabilen ve geri dönüşümsüz bir hastalıktır ve günümüzde toplumları en çok etkileyen kronik hastalıkların başında geldiği bilinmektedir (1).

Diş çürüğü fizikokimyasal açıdan incelendiğinde; diş sert dokularını oluşturan inorganik kalsiyum fosfat kristalleri ile organik matriks arasındaki elektrostatik bağlantının hidrojen iyonları tarafından bozulması sonucu kalsiyum fosfat kristallerinin yıkımı ile başlayan submikroskopik, mikroskopik ve makroskopik madde kaybı ile devam ederek kavite gelişimi ile sonuçlanan patolojik olaylar dizisi olarak görülmektedir (15).

Diş çürüğü ile ilgili olarak pek çok araştırmacı çeşitli teoriler ortaya sürmüştür. Genel olarak üç teori öne çıkmaktadır. Bunlar; asidojenik, proteolitik ve proteoliz-şelasyon teorileridir.

Asidojenik teoriye göre; diş çürüğü iki aşamalı kemo-parazitik bir süreçtir. İlk aşama mine dekalsifikasyonu, ikinci aşama dentin dekalsifikasyonudur. Dekalsifikasyonlar, dişlerin retansiyon bölgelerinde kalan besin artıklarının fermentasyonu ile oluşur.

Proteolitik teori; proteolitik enzimlerin patojen bakterilerce üretildiği, minenin organik matriksinin bu enzimlerce parçalandığı ve organik matriksi harap olan minenin yıkıma uğradığı esasına dayanmaktadır.

Proteoliz şelasyon teorisine göre ise bakteriyel faaliyet sonucu gıda artıkları, diş ve tükürük bileşenlerinden bazıları kalsiyum ile şelatları oluşturmak üzere birleşir. Şelatların alkalin pH'da oluşmaları nedeniyle bu teoriye göre sadece asidik pH'da değil nötral ve alkalin pH'da dahi çürükler oluşabilmektedir (1).

Tüm teoriler çürüğün multifaktoriyel bir oluşum olduğunu göstermektedir.

## 4.2. Çürük Etiyolojisi

Geleneksel olarak diş çürüğünün etiyojisinin açıklanmasında üç ana faktör üzerinde durulmaktadır. Bunlar; konak, mikroflora ve diyetir. Ayrıca bu üç faktörün birbirleriyle etkileşime geçebilmeleri için zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer bir ifadeyle diş çürüğünün meydana gelmesi için çürüğe yatkın bir konak, kariyojenik mikroflora ve fermente olabilen besin artıkları belirli bir süre bir arada bulunmalıdır (16). Bu etkenlerden herhangi birisinin bulunmaması durumunda diş sağlığını koruyabilmektedir.

Birincil faktörlere ilaveten sosyo-ekonomik durum, bağışıklık sistemi, düzenli florid kullanımı, genetik varyasyonlar ve tükürük yapısı gibi ikincil faktörlerde çürüğün oluşumunda ve hızında önem kazanmaktadır (17).

### 4.2.1. Çürük Oluşumunda Etkili Faktörler

#### 4.2.1.1. Konak (Dişe ve Tükürüğe Ait Faktörler)

##### Dişe Ait Faktörler

Çürük oluşumunda etkili olan dişe ait faktörler; dişin kimyasal kompozisyonu, fiziksel (prizmatik) yapısı, olgunluk seviyesi, morfolojisi ve pozisyonu şeklinde sıralanabilir.

Diş minesinin ana bileşenleri; Hidroksiapatit (HAP) (%92-94), su (%2-3), Karbonat ( $\text{CO}_3$ ) iyonu (%2), eser elementler [%1; Sodyum (Na), Potasyum (K), Çinko (Zn), Magnezyum (Mg)], Florid (F) iyonu (%0,01–0,05), proteinler ve lipitlerdir (<%1) (18).

İnorganik yapının ana bileşeni ise hidroksiapatit kristalleridir. Bu kristalleri esas olarak kalsiyum (Ca), fosfor (P) ve hidroksil iyonları oluşturmaya rağmen karbonat iyonu ağırlıklı olmak üzere molibden, vanadyum, stronsiyum, bakır, bor, lityum, altın, selenyum, magnezyum, kadmiyum, platin ve kurşun gibi birçok inorganik elementleri eser miktarda içermektedir (19, 20). Bu eser elementler mineye pek çok farklı yollarla katılabilmektedir. Genellikle uygun boyut ve yükteki diğer iyonlarla iyon değişimi gerçekleşmektedir. Florid iyonlarının hidroksil veya karbonat iyonları ile yer değiştirmesi bu duruma örnektir (21). Eser elementler dişin çözünürlüğünü ve apatit

kristallerinin kompozisyonunu değiştirerek çürüğe karşı duyarlılığını etkilerler. Sağlıklı sürekli diş minesinde florid, stronsiyum, fosfat, alüminyum ve demir konsantrasyonlarının, sağlıklı süt diş minesinde ise florid, fosfat ve silisyum (Si) konsantrasyonlarının çürük dişlerdekinden yüksek olduğu bilinmektedir (19). Aynı şekilde eser element olan karbonat iyonunun yüksek konsantrasyonlarda bulunmasının minenin asitlere karşı duyarlılığını arttırdığı belirtilmiştir (22).

Minenin asitlere karşı duyarlılığını etkileyen en önemli elementlerden ikisi Ca ve P'dir. Minenin mineral içeriğinin mine yüzeyinden iç kısımlara doğru azaldığı gösterilmiştir. Kalsiyum ve fosfor konsantrasyonları da bu durumla uyumlu olarak iç kısımlara doğru gittikçe azalarak dişin çürüğe daha yatkın bir hal almasına neden olmaktadır (22). Diğer önemli bir element olan florid içinde aynı durum geçerlidir (20).

Mine proteinlerinin %80-90'ı mine-dentin sınırına yakın kısımlarda bulunmaktadır. Yüksek molekül ağırlıklı bu proteinler inorganik kristaller arasındaki boşlukları doldurarak tuft adı verilen çözünmez organik yapıları oluştururlar (23). Bu proteinler mineral kaybına karşı bariyer oluşturabilecekleri ve yapılarındaki glutamik asit ve aspartik asit gibi negatif yüklü kısımlar nedeniyle de remineralizasyon mekanizmasına yardımcı olabilecekleri düşünölmektedir (24).

ürüğe yatkınlığı etkileyen diğer faktörlerden bir diğeri ise minenin fiziksel (kristalin) yapısıdır. Mine; ince, uzun prizmalardan meydana gelmektedir. Prizmalar genellikle dentin yüzeyi ile dik açı yapacak şekilde konumlanmasına rağmen süt diş kuronlarının orta ve servikal üçlüsünde prizmaların horizontal olarak seyrettikleri görölür. İnsizal ya da oklüzale doğru oblik bir doğrultuda ilerlerler, insizal kenar ve tüberkül tepelerinde vertikal bir hale gelirler. Daimi dişlerde prizmaların doğrultusu kronun oklüzal 2/3'ünde süt dişindeki gibidir ancak servikal üçlüde prizmaların apikale doğru yöneldiği izlenir (25). Mine prizmalarının uzun akslarının diş yüzeyine dikey olması dişin çürüğe olan yatkınlığını arttırmaktadır (26).

Dişlerin kristal yapısını oluşturan Ca tuzlarının büyük bir miktarı kalsiyum fosfatlardan oluşmaktadır. Kalsiyum fosfatlar genellikle oktakalsiyum fosfat ve kalsiyum hidroksiapatit şeklinde bulunurlar. Sağlıklı mine dokusunda Ca tuzlarının bir

kısmını kalsiyum karbonatlar oluşturmaktadır. Genç dişlerde mine yapısında yüksek miktarda bulunan karbonat, prizmanın stabilitesini azaltarak minenin çözünürlüğünü arttırmaktadır. Kalsiyum fosfat tuzları zaman içerisinde oktakalsiyum fosfatlardan daha stabil bir yapı olan kalsiyum hidroksiapatit yapısına dönüşerek olgunlaşırlar. Kalsiyum hidroksiapatit kristali yapısı içine de florid iyonları yerleşirse fluoroapatit kristali denen yapı oluşur. Bu yapı en stabil kristaldir ve daha zor çözünmektedir (16, 21, 26).

Günümüze kadar pek çok araştırmacı, diş çürüğü oluşumu ile morfolojik yapı, dişin pozisyonu ve diş dizimi arasındaki kuvvetli ilişkiyi göstermiştir. Dişlerin bozulmuş morfolojik yapıları, çapraşıklıklar, azı dişlerinin ara yüzeyleri, derin pit ve fissür yapıları plak retansiyonu oluşturarak çürük gelişiminde önemli rol oynamaktadır (16, 26, 27).

### **Tükürüğe Ait Faktörler**

Tükürük; major (parotis, sublingual ve submandibular) ve minör tükürük bezlerinin sekresyonları ile diş eti oluğu sıvısından meydana gelen, ağız ve diş sağlığının oluşturulmasında ve idamesinde önemli bir faktör olan kompleks bir sekresyondur (20, 28, 29).

Tükürük; yıkayıcı özellikleri ile mekanik, nötralizasyon ve tamponlama sistemleri ile kimyasal, çeşitli enzim ve immunoglobulinler ile antibakteriyel etki göstererek diş çürüğü oluşumunu engellemede önemli rol oynamaktadır (16, 30).

**Mekanik etki:** Çürük yapıcı maddelerin laktik asite yıkımı gerçekleşmeden tükürüğün yıkayıcı etkisi ile karşılaşması bu maddelerin diş yüzeyinden uzaklaştırılmasıyla sonuçlanır (31). Tükürüğün yıkayıcı etkisi viskozitesi ve akış hızına bağlıdır. Stimüle olmamış tükürüğün akım hızı; yetişkinlerde dakikada yaklaşık 0.3-0.4 ml, 5 yaş ve altı çocuklarda 0.2 ml iken stimüle edilmiş tükürük akım hızı; yetişkinlerde dakikada 1.5-2 ml, çocuklarda yaklaşık 1 ml'dir. Normal yoğunluğu 1003-1009 dyne/cm<sup>2</sup> dir (32).

**Kimyasal etki:** Demineralizasyon ve remineralizasyon mekanizmalarında önemli etkileri bulunan tamponlama ve nötralizasyon sistemleri ağırlıklı olarak bikarbonat ve fosfat üzerine kuruludur. Ayrıca plak mikroorganizmaları tarafından tükürük üresinin

metabolize edilmesiyle oluşan amonyak da nötralizasyonda rol oynamaktadır (16, 31). Demineralizasyon ve remineralizasyon olaylarının izlenmediği pH kritik pH olarak adlandırılır. Kritik pH kalsiyum ve fosfat konsantrasyonuna göre farklılık gösterir genellikle 5,5 civarındadır (16).

**Antibakteriyel etki:** Tükürüğün temel antibakteriyel özelliğini lizozim, IgA, aglutininler, laktoferrin ve laktoperoksidaz oluşturmaktadır (20).

Lizozim; iki farklı mekanizma ile hücre duvarının lizisine neden olur. Muramidaz aktivitesi ile hücre duvarında yer alan peptidoglikan tabakasındaki bağlara etki eder. Ayrıca bakteriyel otolizini harekete geçirerek hücre duvarlarının hidrolizini sağlar (28).

IgA; bakteri hücrelerini çevreleyerek dış yüzeyine tutunmasını engeller. Özellikle  $\alpha$ -hemolitik streptokokların aglutinasyonunda rol almaktadır (16).

Aglutininler; bakterilerin büyük kümeler halinde çökmesini sağlayarak tükürüğün yıkayıcı etkisiyle ağız ortamından uzaklaştırılmasını sağlar (28).

Laktoferrin; güçlü demir bağlama kapasitesi mevcuttur. Mikroorganizmalar için gerekli olan demirin şelasyonuna bağlı olarak antibakteriyel etkinlik gösterir (33).

Laktoperoksidaz; bakterinin hücre duvarına etki eder. Özellikle laktobasiller ve bazı streptokoklarda etkilidir (28).

#### **4.2.1.2. Diyet (Substrat)**

Diyet; bireyin günlük enerji ihtiyacını karşılayabilmek için tükettiği besinlerin bütünüdür. Besinler; karbonhidratlar, proteinler ve yağlar olarak üç temel grupta incelenmektedirler. Yağlar ve proteinlerin çürük oluşumu üzerine etkileri bulunmamaktadır ve genellikle çürük önleyici olarak kabul edilmektedirler (20). Dış çürüğü oluşumundan karbonhidratların sorumlu olduğu bilinmektedir (16).

Karbonhidratlardan ise sadece daha küçük moleküllü olan monosakkaritler (glukoz, fruktoz ve galaktoz) ve disakkaritler (sukroz, maltoz, laktoz) bakteri plağına nüfuz edebilmekte ve asidojen mikroorganizmalar tarafından fermente edilebilmektedir (26). Daha büyük moleküler yapıya sahip olan polisakkaritlerin dış çürüğü oluşumunda

etkili olabilmesi için amilaz ve maltaz enzimleri aracılığıyla daha küçük moleküler yapıya sahip olan monosakkarit ve disakkaritlere parçalanması gerekmektedir (21). Polisakkaritler yapışkan yapıda olmadığı veya enzimler tarafından hızlı bir şekilde parçalanmadığı durumlarda genellikle monosakkarit ve disakkaritlere dönüşmeden ağız ortamından tükürük ve yutkunmanın etkisiyle uzaklaştırılmaktadır (26).

Diyetle en fazla alınan şeker olan sukroz çürük oluşumunda diğer şekerlere göre daha fazla önem taşır (30). *Streptococcus mutans* (*S. mutans*)'lar sukrozu metabolize ederek çözünmez yapılara sahip uzun zincirli glikoz polimeri olan dekstran ve uzun zincirli fruktoz polimeri olan levanı oluşturur. Bu polimerler dişlerin düz yüzeyinde yapışkan bir plak meydana getirir ve polimer yapımının devam etmesi ile plak kalınlığı artar böylelikle tükürük kaynaklı koruyucu elementlerin dişe ulaşmasını engeller. Bu özelliklerine ilaveten glikoz ve fruktoza metabolize olarak organik asit üretimine neden olabirler (18, 30).

Şekerlerin tüketim sıklığı da şekerin şekli gibi çürük oluşumunda etkili faktörlerdendir (21). Sık aralıklarla tüketilen karbonhidrat miktarı, aynı miktarın tek bir öğünde tüketilmesinden çok daha fazla çürük yapıcı özelliktedir. Öğünlerin sıklığı arttıkça plak pH'sında tekrarlayan düşüşler meydana gelir ve asit atakları dişte mineral kaybını oluşturur (20).

Diyetin çürük oluşumu üzerine lokal etkilerinin çok daha fazla olmasına rağmen sistemik etkileri de mevcuttur. Dişlerin gelişim döneminde fosfat içeriği düşük beslenme şeklinin çürük duyarlılığını arttırdığı gösterilmiştir (34).

#### **4.2.1.3. Ağız Florası**

Ağız florası; çeşitli bakterileri barındıran, her bireyin kendisine özgün kompleks bir yapıdır. Ağız florasındaki bakterilerin beslenmesi; tükürükten, dişeti sıvısından ve ağıza alınan besinlerden sağlanır. Bakterilerin mikro yaşam alanları genellikle daha rahat yapışma sağlayabildikleri dişlerin okluzal kısımları, gingival ve periodontal cepler gibi alanlardır (35).

Ağız florası doğum, çocukluk, erişkinlik ve yaşlılık dönemlerinde farklılıklar gösterir. Bebek plasenta içindeyken ağız boşluğu sterildir. Doğum kanalından çıkış

sırasında bebek annenin vajinal bakterileri ile enfekte olur. Doğumun şekline göre bu bakteriler değişiklik göstermekle beraber genellikle *Streptococcus salivarius* (*S. salivarius*), *Streptococcus agalactiae* (B grubu streptokok), *Veillonella*, *Neisseria*, koagülaz negatif stafilokoklar, *Lactobacillus*, *Actinomyces*, *Peptostreptococcus*, *Bacteroides* gibi vajinanın anaerop üyeleri ve deri kaynaklı maya ve mantarlardan oluşur (1, 36). Yeni doğanlarda dişler henüz sürmediği için oksijen ağzın her yerine rahatlıkla ulaşabilir bu nedenle zorunlu anaeroplara kısa bir sürede floradan kaybolurlar (36). Dişler sürene kadar floraya C ve D grubu streptokoklar hakimdir (36, 37). Dişlerin sürmesi ile birlikte ağız florasında farklılıklar görülmeye başlanır.

Mikroorganizmalar diş yüzeyine bağlanabilmesi için bir film tabakasına ihtiyaç duyarlar. Bu film tabakası diş yüzeyinden bakteriler ve tüm organik materyalin profosyonel olarak kaldırılmasından hemen sonra oluşmaya başlar ve pelikül olarak adlandırılır. Pelikül bakterilerin yapışması için gerekli ortamı sağlar ve bir süre sonra mikroorganizma kolonileriyle kaplanır (35). Ayrıca pelikül plak mikroorganizmaları için besin kaynağı oluşturur. Diğer fonksiyonları ise mineyi asitlere karşı korumak, dişler arasındaki sürtünmeyi azaltmak ve remineralizasyon için matriks sağlamaktır (38). *Streptococcus Sangius* (*S. sangius*) gibi öncü bakterilerin pelikula tutunması ile birlikte bakteri plağı oluşmaya başlar. Dişler fırçalanana kadar plak gelişmeye devam eder. İlk 8-48 saat hızlı mikrop üreme safhası olarak adlandırılır. Mikroorganizmalar logaritmik hızla bölünerek sayılarını hızla arttırırlar. Bu safhada kok tarzı mikroorganizmalar daha fazla filamentler ise daha az miktarda yer alır. Plağın derin kısımlarında ise anaeroblar görülmeye başlanır (16). Dişin mekanik olarak temizlenmesinden 2 gün sonra ise yeniden şekillendirme safhası başlar. Bu dönemdeki plağa olgun plak adı verilir. Mikroorganizma sayısı sabit kalmakla beraber içeriği değişmektedir. Üst tabakalarda aerob, derin tabakalarda ise anaerob ve filamentöz mikroorganizmalar yer alır (16).

Süt dişlenmede *S. sanguis*, *Streptococcus Mitis* (*S. mitis*), *S. mutans*, aktinomiçes türleri, *Fusobacterium* türleri, *Bacteroides melaninogenicus* (*B. melaninogenicus*) ve *Treponema* türleri ağırlıklı olarak görülürken karışık ve daimi dişlenmeye geçildikçe *B. melaninogenicus* gibi zorunlu anaeroblarda artışların görüldüğü açıklanmıştır (39). Genel sağlık durumu ve oral hijyen değişikliği olmadığı sürece erişkinlerin ağız

florasında genellikle çok fazla değişiklikler göstermez (37). Yaşı bireylerde dişlerin kaybedilmesi durumunda bebeklerin ağız florasına benzer bir flora baskın olur (40).

### **4.3. Diş çürüğü ile ilişkili mikroorganizmalar**

#### **4.3.1. Streptokoklar**

Streptokoklar ağızın her bölgesinden izole edilebilir ve mikrofloranın büyük bir kısmını oluşturur (35). Kapsülsüz, Gram-pozitif, fakültatif anaerob bakterilerdir. Hareketsiz kolonilere sahiplerdir. Katalaz ve oksidaz testlerine negatif yanıt verirler. Kanlı agarda  $\alpha$ ,  $\beta$  veya  $\gamma$  hemoliz yapabilirler. Çoğalmaları için ideal sıcaklık 37 °C'dir (3).

Oral streptokokların günümüzdeki sınıflandırılması kemotaksonomik, DNA-DNA baz eşleşmesi ve 16S rRNA gen sekans analizlerine dayanmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre ağızdaki streptokoklar dört temel gruba ayrılır (1) (Tablo 1).

**Tablo 1.** Ağızda görülen streptokok türleri (1)

| Grup adı         | Mikroorganizma         |
|------------------|------------------------|
| 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. macacae</i>      |
|                  | <i>S. downei</i>       |
|                  | <i>S. ferus</i>        |
|                  | <i>S. sobrinus</i>     |
|                  | <i>S. cricetus</i>     |
|                  | <i>S. rattus</i>       |

### Salivarius grubu

Küresel ve ovoid şekilli, 0.8-1µm çapında hücrelerden oluşur. *S. salivarius* mukoza yüzeylerinde bulunur. Kanlı agarda hemoliz oluşturmazlar, sakkaroz varlığında levan oluştururlar. Dişler sürmeden mikroflorada yerlerini alabilirler. Karyojenik aktiviteleri oldukça azdır (1, 41). *S. vestibularis* ise genellikle vestibül mukozadan izole edilirler. Sükrozdan ekstraselüler polisakkarit üretemezler ve  $\alpha$  hemolitik streptokok grubunda yer alırlar (41).

### **Anginosus grubu**

Plak ve mukoza yüzeylerinden izole edilirler. Fırsatçı patojenler arasında yer alırlar. Sükrozdan ekstraselüler polisakkarit üretemezler. Apandisit, peritonit, endokardit gibi cerahatli hastalıklarda sıklıkla görülürler (1,41).

### **Mitis grubu**

Sağlıklı ağız florasında yer alırlar. Diş plağına ilk yapışan bakteriler arasındadırlar. *S. sanguis* ve *S. gordonii* sükrozdan ekstraselüler polisakkarit oluşturabilirler. *S. mitis* grubunun üyeleri fırsatçı patojenlerdir (1, 41).

### **Mutans grubu**

Mutans streptekokları, hücre duvarı karbonhidrat antijenlerinin çeşitliliğine göre 8 serotipe ayrılır (Tablo 2). Bu serotiplerden sadece c,e,f suşları *S. mutans* olarak adlandırılır.

Mutans streptekokları insanlarda diş çürüğüne neden olan mikroorganizmaların başında yer almaktadır. *S. ferus* dışında gruptaki tüm mikroorganizmalar patojendir. Bu gruptaki mikroorganizmalar fakültatif anaerobtur ve üremeleri için ideal sıcaklık 37°C'dir (42).

Sükrozdan ekstrasellüler polisakkaritleri üreterek plağın tutunmasını sağlarken, intraselüler polisakkaritleri üreterek karbonhidratların bulunmadığı durumlarda enerji kaynağı oluşturur ve asit üretmeye devam ederler. Ayrıca asitli ortamda büyüme ve yaşama özelliklerine de sahiptirler (43). Suda çözünmeyen polisakkarit üretimi glukozil transferaz enzimi (GTF) katalizörlüğü ile gerçekleşmektedir. Bu enzimin MS'lerin birincil virülans faktörü olduğu düşünülmektedir (44).

**Tablo 2.** Mutans streptokoklar ve serotipleri

| SM                 | Serotyp |
|--------------------|---------|
| <i>S. mutans</i>   | C,E,F   |
| <i>S. rattus</i>   | B       |
| <i>S. sobrinus</i> | D,G     |
| <i>S. critecus</i> | A       |
| <i>S. downei</i>   | H       |
| <i>S. macacae</i>  | C       |
| <i>S. ferus</i>    | C       |

***S. mutans***

*S. mutans* kısa veya orta uzunluktaki zincirler halinde bulunan, 0.5-0.75 µm çapında koklardır. Hareketsiz bir yapıya sahiptir. Katalaz negatif, Gram-pozitifdir. Kanlı agarda α, γ ve β hemoliz yapar ve anaerobik olarak iki gün inkübe edildiğinde gri-beyaz, düzensiz sınırlı, 0.5-1 mm çaplı koloniler oluşturur (45, 46). Dental plak ve tükürükten 3 farklı serotipi ve 52 farklı genotipi izole edilmiştir (47, 48). İnsan oral kavitesinde yüksek oranda bulunur ve diş çürüğü ile ilişkili birincil mikroorganizma olarak nitelendirilir (1, 49). En önemli virölans faktörleri arasında glukoziltransferaz ve fruktoziltransferaz enzimleri aracılığıyla ekstraselüler polisakkarit üretebilmeleri yer alır (44). Bu özellik sayesinde dental plak oluşumu başlar. Genotipler arasında suda erimeyen bir polisakkarit olan glukanın üretiminde farklılıklar gözlenir. Dental plağın inorganik konsantrasyonu ve porözitesi değişerek karyojenitesinde değişikliklere rastlanır (21, 50). *S. mutans* fermente olabilen karbohidratlarla karşılaştığında çok hızlı bir biçimde ortamı asidik duruma getirebilirler. Oluşturdıkları asidik ortamda rahatça yaşamlarını sürdürebilir ve üreyebilirler (1, 16). Plak pH'sının düştüğü bölgelerde *S. mutans* aktivitesi yüksektir. Özellikle beyaz nokta lezyonlarında *S. mutans* sayısı dişin diğer bölgelerindekinden oldukça fazladır (36, 51). *S. mutans* ayrıca karyojenitede önemli yeri bulunan mutasin üretebilir. Mutasin; rekabetçi

mikroorganizmalar için bakterisidal etki gösteren peptid veya protein antibiyotikleridir (52). Mutasin dental biofilmin düzenlenmesinde ve içeriğinin oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır (53).

#### ***S. sobrinus***

Ekstraselüler polisakkarit üretebilirler. Kazanılmış pelikula minimum düzeyde ve nonspesifik bir şekilde bağlanırlar. Dişlerin aproksimal bölgelerinden fissürlerine göre daha fazla izole edilirler (54).

#### ***S. ferus***

Ratlardan izole edilmiştir. Hayvan modellerinde karyojenik olduğu gösterilmiştir (55).

#### ***S. cricetus***

Genellikle hamstırlardan ve ratlardan izole edilmiştir. Nadiren insan oral kavitesinde görülmektedir (55).

#### ***S. rattus***

Genellikle hamstırlardan ve ratlardan izole edilmiştir. Nadiren insan oral kavitesinde görülmektedir (55).

#### ***S. downei***

Son yapılan çalışmalarda insan dental plağından izole edilmiştir. Karyojenitesi araştırılmaktadır (56).

### **4.3.2. Laktobasiller**

Laktobasiller; Gram-pozitif, fakültatif anaerob, sporsuz bakterilerdir. Katalaz negatiflerdir. Hücreleri ince ve uzundur, zincir formasyonu oluştururlar. İdeal üreme ısısı 37<sup>0</sup>C olmakla beraber 5-53<sup>0</sup>C arasındadır ve 5'ten daha düşük pH'da üreyebilirler. Üreme hızları %5'lik CO<sub>2</sub>'li ortamda artar. Üremek için amino asitlere, yağlara, minerallere ve B vitaminlerine ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle çalışmalarda domatesli besiyeri (MRS) kullanılır. MRS agarda 1-2 mm çapında ıslak, opak, gri renkli koloniler oluştururlar (36).

Diş genital organlarında, bağırsaklarda ve oral kavitede bulunurlar (57). Oral mikrofloranın %1'den daha az bir kısmını oluştururlar (35). Laktobasillerin diş yüzeyine afiniteleri oldukça düşük olması nedeniyle kolonizasyonlarında mekanik tutunma önemlidir. Bu nedenle dişin düz yüzeylerinden ziyade çürük lezyonların mekanik tutunma bölgelerinde rastlanır. Derin dentin çürüklerinde %85 oranında gözlenirler (58-60). Diş yüzeyi afinitelerinin düşük olmasının diğer bir sonucu ise Laktobasillerin çürük başlangıcından ziyade çürüğün ilerlemesinde rol oynamasıdır (1, 41). Laktobasillerin karyojenitesi büyük oranda glikoliz sonucu ürettikleri asit miktarına bağlıdır. Ürettikleri asitlere göre iki gruba ayrılırlar. Homolaktik fermenterler sadece laktik asit üretirler. Heterolaktik fermenterler ise laktik asitin yanı sıra etanol, karbondioksit ve asetik asit üretirler (Tablo 3).

**Tablo 3.** Ağızda sık görülen laktobasiller ve glikoliz sonucu ürettikleri asitlere göre ait olduğu gruplar

| Hemolaktik fermenterler | Heterolaktik fermenterler |
|-------------------------|---------------------------|
| <i>L. casei</i>         | <i>L. fermentum,</i>      |
| <i>L. acidophilus</i>   | <i>L. brevis</i>          |
| <i>L. plantarum</i>     | <i>L. buchneri</i>        |
| <i>L. salivarius</i>    | <i>L. cellobiosus</i>     |

Karyojenik özellikleri göz önüne alındığında dişhekimliği açısından en önemli laktobasil türleri *L. acidophilus* ve *L. casei*'dir.

### ***L. acidophilus***

İnce, uzun, çomak şeklinde, Gram-pozitif, sporsuz, mikraerobik bakterilerdir. Boyutları 0.6-0.9x1.5-6 µm'dir. Tek, çift veya zincir şeklinde yaşayabilirler (36, 61). Üremeleri için ideal sıcaklık 47<sup>0</sup>C'dir. B kompleks vitaminlere ihtiyaç duymazlar (36).

Diş çürüğünün gelişiminde önemli rolü vardır. Fruktuzu fermente ederek fazla miktarda laktik asit oluşturur. Böylelikle diş minesinde dekalsifikasyonlara neden olur.

Diş yüzeyine karşı afinitesi olmadığından dolayı tek başına çürük oluşturmaz. Fakat *S. mutans* varlığında diş yüzeyine yapışarak kolonize olabilir (61, 62).

#### ***L. casei***

Çomak şeklinde, 0.7-1.1 x 2.0-4.0 µm boyutlarında bakterilerdir. Üremeleri için niacin, folik asit, calcium-pantothenate'e ihtiyaç duyarken B12'ye ihtiyaç duymazlar. Ağızda en sık rastlanılan laktobasillerdir (36).

#### **4.3.3. Diğer mikroorganizmalar**

Çürük lezyonlarının oluşmasında ve ilerlemesinde rolü olan bakteriler iki ana grupta toplanır. Birinci grup çürük oluşumu ve ilerlemesinde doğrudan ilişkili olan *S. mutans* ve *L. acidophilus*'tur (63). İkinci grup ise Aktinomiçes ve Kandida türleri gibi çürük gelişimi ve oluşumunda daha az etkisi olan bakterilerdir (64) (Tablo 4). Bu mikroorganizmalar asidojenik olmalarına rağmen karyojenik potansiyellerinin yüksek olmaması nedeniyle çürük oluşumu ile zayıf ilişkili olarak nitelendirilirler (35).

**Tablo 4.** Diş çürüğü ile ilişkili bakteri türleri (46, 65)

| Kuvvetli ilişki       | Zayıf ilişki             |
|-----------------------|--------------------------|
| <i>S. mutans</i>      | <i>S. mitis</i>          |
| <i>S. sobrinus</i>    | Non mutans streptokoklar |
| <i>L. acidophilus</i> | Aktinomiçesler           |
| <i>L. casei</i>       | Kandidalar               |
|                       | Prevotella türleri       |
|                       | Klostridium türleri      |
|                       | Veillonella              |

#### **4.4. Kavite Dezenfektanları**

Kavite preperasyonu tamamlandıktan sonra enfekte dentin varlığının tayini klinik ortamda genellikle ayna ve sond yardımıyla görsel ve dokunma duyularına dayanarak yapılmaktadır. Bu yöntem; klinik deneyim gerektirmekte, objektif veriler sunmamakta

ve bakteriyel durumu yansıtmakta oldukça yetersiz kalmaktadır. Araştırmacılar bu nedenlere dayanarak çürük indikatörlerini önermişlerdir (2, 66, 67).

Enfekte dentin teşhisinde objektif veriler sunan çürük indikatörleri kullanılarak hazırlanan kavitelerin dahi %15-40'ında bakteri varlığı tespit edilmiştir (3, 68). Mikroorganizmalar boyanan dentinin kaldırılmasını takiben pulpa yönüne doğru 0.1-2.4 mm uzaklıkta bile görülebilmektedir (68). Dentinin içinde yer alan bu rezidüel bakteriler; enzimatik aktivitelerini sürdürerek sayılarını bir ayda iki katına kadar arttırabilmektedirler (4). Mikroorganizmaların neden olduğu postoperatif hassasiyet, ikincil çürük ve pulpal enflamasyonu önlemek amacıyla kavitelerin dezenfeksiyonu önerilmektedir (5-8).

Günümüzde kavite dezenfeksiyonunda;

- Klorheksidin glukonat (CHX)
- Sodyum hipoklorit (NaOCl)
- Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)
- Benzalkolyum klorür
- İyodin solüsyonları
- Fosforik asit
- Fluorid
- Propolis
- Aloe vera
- Ozon
- Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemleri  
(Light-Activated Disinfection-LAD)
- Lazer gibi madde ve yöntemler kullanılmaktadır.

#### **4.4.1. Klorheksidin**

Klorhesidin; santral heksametilen halkası ile birleştirilmiş iki 4-korofenil halkası ve iki biguaniz grubundan oluşan katyonik simetrik bir moleküldür (69). Kimyasal adı 1,1 Hexamethylenebis [5-(4-chlorophenyl) biguanide]'dir. Stabil bir yapıya sahiptir. Piyasada en çok dihidroklorit, diasetat ve diglukonat tuzları şeklinde bulunurlar (70).

Klorheksidinin etki mekanizması; kuvvetli katyonik özelliğine dayanır. Pozitif yüklü olması nedeniyle negatif yüklü bakteri hücre duvarına, bakteriyel ekstraselüler polisakkaritlere ve hidroksiapatitlerdeki fosfat gruplarına afinite gösterir (71). Etkinliği pH 5.5-7 arasında en fazla 5.2'nin altında ise oldukça düşüktür (69).

Yüksek konsantrasyonlarda bakterisidal, düşük konsantrasyonlarda bakteriyostatik etki sergiler. Düşük konsantrasyonlarda (200µg/ml) pozitif yüklü klorheksidin molekülleri Gram-pozitif bakterilerin fosfat gruplarına, Gram-negatif bakterilerin yüzeyindeki lipopolisakkaritlere bağlanarak bakteri hücre membranının bütünlüğünü bozar ve bakteri hücre membranının geçirgenliğini artırır. Böylelikle bakterilerin hücre fonksiyonları bozularak çoğalmaları engellenir. Düşük konsantrasyonlarda etkileri geri dönüşümlüdür, ortamdan klorheksidinin uzaklaşması durumunda hücre eski haline geri dönebilir (71). Yüksek konsantrasyonlarda ise klorheksidin bakteri hücresinin içine girerek çapraz protein bağlanması ile stoplazmanın aglutinasyonuna neden olur. Glikoziltransferaz enzimi ve fosfoenolpiruvat fosfotransferaz enzimlerini inhibe ederek geri dönüşümsüz hücre hasarına neden olur (72).

Klorheksidin geniş spektrumlu antibakteriyeldir. Pek çok çalışmada pozitif kontrol grubu olarak kullanılmıştır (73-75). Özellikle Gram-pozitif bakteriler üzerinde etkilidir, Gram-negatif bakterilerde de etkinliği mevcuttur. Anaerob, aerob ve fakültatif aeroblarda yüksek etkinlik gösterir. Aktinomiçeslere, mantarlara, *Enterococcus faecalis*'e karşı etkili olduğu gösterilmiştir (76-78). Pek çok sporlu bakteri, mikobakteriumlar ve virüsler ise klorheksidine karşı dirençlidir (69, 79).

Tıpta ve dişhekimliğinin pek çok alanında klorheksidinin antibakteriyel etkinliğinden yararlanılmaktadır. Kavite dezenfeksiyonu da bu alanlar içinde yer alır. Çürük dokuların uzaklaştırılmasından sonra kavitede kalan rezidüel mikroorganizmaların azaltılmasında ya da eliminasyonunda başarılı olduğunu öne süren çalışmalar mevcuttur (8, 80).

Klorheksidin güçlü bir dezenfektan olmasına rağmen epitelyal hücreler ve makrofajlar için toksik olması ve dişlerde renklenmeye neden olması gibi yan etkilerinin bulunduğu unutulmamalıdır.

Piyasada bulunan mevcut klorheksidin dezenfektanları arasında Klorhex (%0.2 klorheksidin glukonat, Drogan, Türkiye), Cavity Cleanser (%2 Klorheksidin diglukonat, Bisco, Schaumberg), Cervitec (%0.2 Klorheksidin diglukonat, Vivadent, Liechtenstein), Cervitec Plus (%1 Klorheksidin diasetet, Vivadent, Liechtenstein), Consepsis Scrub (%2 Klorheksidin glukonat, Ultradent, SJ) ve Corsodyl (%1 Klorheksidin diglukonat, GlaxoSmithKline, ABD) yer almaktadır.

#### **4.4.2. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)**

Sodyum hipoklorit kök kanal tedavilerinde en sık kullanılan antibakteriyel ajandır. Düşük konsantrasyonlarda bile bakterisid etki gösterir. Bakterilere, bakteriyofajlara, sporlara, funguslara ve virüslere karşı etkili olduğu bilinmektedir (81, 82).

Sodyum hipoklorit antibakteriyel etkisini direkt temas ve buharlaşma yoluyla sağlamaktadır. Doku proteinlerine temas ettiğinde, peptid bağlarını kırarak proteinleri çökeltir (83). Ayrıca amino gruplarındaki hidrojen klor ile reaksiyona girerek antimikrobiyal etkinlikte rol oynayan kloramini oluşturur (13).

Güçlü bir antibakteriyel ajan olmasına rağmen yüksek konsantrasyonlarda oldukça fazla toksik reaksiyon gösterir. Endotel hücre hasarı, fibroblastlara ve lenfositlere karşı toksik reaksiyonlar, submukozal hemorajiler, kollojende bazofilik dejenerasyonlar %5.25'lik NaOCl'nin toksik etkileri arasında yer alır (84).

Kavite dezenfeksiyonunda kullanımı; dentindeki kollojeni uzaklaştırdığı ve adeziv sistemlerle oluşturulan hibridizasyonu önlediği gerekçesiyle tartışmalı bir konudur (13, 85). Ayrıca NaOCl parçalanarak sodyum klorür ve oksijen oluşturur. Oksijen ise rezin bazlı materyallerin polimerizasyonunu inhibe eder. Bu durumda NaOCl'nin dezavantajları arasında yer alır (86).

#### **4.4.3. Hidrojen Peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

Bakteriler, mantarlar, sporlu mikroorganizmalar üzerine güçlü antibakteriyel özellik sergileyen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin etkinliği oksidasyon ve köpürme özelliklerine dayanmaktadır. Oksijen ve suya kadar parçalanabilir. Özellikle katalaz aktivitesi olmayan bakteriler peroksidi çözemediği için H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'ye hassastır (87).

Kavite dezenfeksiyonunda %2-3'lük  $H_2O_2$ 'in pamuk pelet aracılığıyla kaviteye uygulanımı tercih edilir (88). Oksijenin rezin bazlı materyallerin polimerizasyonunu inhibe etmesi ve  $H_2O_2$ 'in oksijen açığa çıkarması bağlantı açısından dezavantajdır (86).

#### **4.4.4. Benzalkonyum Klorür**

Gram-pozitif ve bazı Gram-negatif bakterilere etkili kuaterner amonyum bileşiğidir. *Mycobacterium tuberculosis*, spor oluşturan mikroorganizmalar ve virüslere karşı zayıf etki gösterir veya hiç etki göstermez (89). Gram-pozitif bakterilerin hücre duvarlarında yer alan fosfat gruplarına, Gram-negatif bakterilerin membran polisakkaritlerine bağlanmasıyla stoplazmik membranın selektif geçirgenliğini bozarak bakterisidal etki gösterir (90).

Oral mikroflorada bakterilerinden *S. mutans*, *S. salivarius*, *Actinomyces viscosus*, *L. acidophilus*, ve *S. aureus* gibi mikroorganizmalar üzerinde güçlü bir antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu bilinen benzalkonyum klorürün kavite dezenfeksiyonunda %0,4-1,6'lık konsantrasyonları kullanılmaktadır (89, 91). Olası yan etkisi hipersensitivite reaksiyonlarıdır. Piyasada Tubulicid Blue ve Tubulicid Red (Suredental, Canada) adlı preparatlar bulunmaktadır.

#### **4.4.5. İyodin Solüsyonları**

Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler üzerinde etkilidir. Funguslar, virüsler ve sporlu bakterilere oldukça zayıf etki gösterirler (69, 79). Etkinliği pH, ısı, uygulama süresi ve konsantrasyona göre değişiklik gösterir. Hücre duvarına etki ederek, oksidatif yolla bakterilerin elektron transportunu bozmasıyla antibakteriyel etkisi medyama gelir (92). Piyasada bakır sülfat ve iyodin içerikli ORA-5 (Canker Sore Medicine) adlı preparat bulunmaktadır.

#### **4.4.6. Fosforik Asit**

Çürük lezyonlarının uzaklaştırılması sırasında dentinde oluşan smear tabakası mikroorganizmaların barınması için uygun bir ortamdır (93, 94). Bazı araştırmacılar smear tabakasının kaldırılmasında asit kullanımının kavite dezenfeksiyonu açısından önemli olduğunu savunmaktadır (94).

#### 4.4.7. Fluorid

Çürük profilaksisinde en sık kullanılan ajandır. Fluorid farklı şekillerde etkinlik gösterir. Tükürük ve plakta bulunan fluorid minenin demineralize olmasını önlerken, demineralize olan minenin yapısına fosfat ve kalsiyum ile birlikte fluoridin alınması remineralizasyonu sağlar (95, 96). Ayrıca bakterilerin metabolizmalarını inhibe ederek asit üretimini azalttıkları da gösterilmiştir (97).

Fluorid bakterilerin enerji metabolizmasını etkileyerek bakterinin üremesini engeller. Ayrıca hücre zarı yapısını değişikliğe uğratarak potasyum ve fosfor dengesini bozar ve bakteri eliminasyonunu sağlar (97).

Remineralizasyon ve bakterisidal etkileri göz önüne alındığında uygun yapıdaki fluoridlerin kavite dezenfektanı olarak kullanılabileceği gündeme gelmiştir (98). Ancak restorasyonların fiziksel özelliklerine etkileriyle ilgili çalışmalara ihtiyaç vardır.

#### 4.4.8. Propolis

Günümüzde doğal ürünlere olan ilginin giderek artması sağlık sektöründe de bu ürünlerin araştırılmasına neden olmaktadır (99). Dişhekimliğinde de araştırmalara konu olan propolis; antimikrobiyal, antiviral, antienflamatuar, rejeneratif, antihepatotoksik, immunmodulator, antioksidan, antimutajenik ve karsinostatik özelliklere sahiptir (100). Propolis; işçi arılar tarafından kovanlarının içini dezenfekte etmek amacıyla bitkilerin filiz ve tomurcuklarından topladıkları reçinemi madde ile oluşturulur. İçeriğinde vitaminler, mineral tuzlar, flavonoidler, yağ asitleri, aromatik asitler, esterler ve henüz tanımlanamamış maddeler yer alır (101). *S. mutans*, *S. sobrinus* ve *Candida Albicans* (*C. albicans*) gibi çürük oluşumunda etkili olan mikroorganizmalar üzerinde güçlü antimikrobiyal etkinlik gösterir (102). Restorasyonların fiziksel özelliklerine olan etkilerini araştıran az miktarda yayın bulunmaktadır (80).

#### 4.4.9. Aloe Vera

Aloe vera, kuru sıcak iklimlerde yetişen *Liliaceae* ailesine mensup kaktüs benzeri bir bitkidir. Yapraklarının merkezinde bulunan muköz doku aleosin, aloin, metilkromon, flavonoidler, steroidler, vitaminler, aminoasitler gibi 75 farklı aktif maddeyi içerir. Antienflamatuar, antibakteriyel, antioksidan etkinliği gösterilmiştir

(103, 104). Çürük ile ilişkili bakterilere karşı antimikrobiyal etkinlik gösterdiği bildirilmiştir (105). Restorasyonların fiziksel özelliklerine olan etkilerini araştıran az miktarda yayın bulunmaktadır (9).

#### **4.4.10. Ozon**

Ozon, oksijen atomunun farklı bir formudur. Doğada güneşten gelen mor ötesi ışınların (UV) atmosferdeki oksijeni parçalamasıyla oluşur. Kliniklerde kullanılan sistemlerde ise parçalama işlemi için ozon jeneratörü kullanılır.

Güçlü antibakteriyel, antifungal ve antiviral etki gösterir. Ozon hücre duvarlarında yıkıma neden olur. Ayrıca glikoproteinler, glikolipidler ve aminoasitleri etkileyerek enzimatik sistemleri bloke eder. Böylelikle membran geçirgenliği artar. Ozon molekülleri hızlıca hücreye girerek mikroorganizmaların ölümüne neden olur.

Diş çürüğü oluşumunda etkili olan *S. mutans*, *S. sobrinus* ve laktobasil sayılarında 10 veya 20 sn ozon uygulanması ile %99 azalma gözlenmiştir. Ozon gazının dezenfeksiyon sonrasında herhangi bir artık veya kalıntı bırakmaması avantajları arasındadır. Piyasada en sık kullanılan ozon tedavi aletleri HealOzone (Kavo, Germany) ve OzonyTron (Mymed, Germany)' tir (106).

HealOzone sisteminde bulunan steril edilebilen el aleti ve bağlantı tüpü ile ağız ortamına kolayca erişim sağlanmaktadır. El aletinin ucuna yerleştirilen dişi tamamen kavrayabilecek sızdırmaz silikon başlık ile ozon gazı dişe uygulanır. Herhangi bir sızdırma durumunda sistem çalışmaz. Uygulama sonunda silikon başlıktaki ozon tekrar toplanarak oksijene dönüştürülür (107).

OzonyTron sisteminde ise farklı boyutlarda cam probalar bulunur. Kullanılan ozon konsantrasyonu 10-100 µg/ml arasında değişebilmektedir (106).

#### **4.4.11. Işıkla Aktive Olan Dezenfeksiyon Sistemleri [Light-Activated -Disinfection (PAD)]**

Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemi; fotodinamik terapi ya da fotodinamik antimikrobiyal terapi olarak da adlandırılır. Işığa duyarlı bir maddenin uygun bir ışık kaynağı ile aktive edilmesi prensibine dayalı bir sistemdir (108).

Etki mekanizması; ışığa duyarlı ajanda bulunan ışığa hassas moleküller bakteri duvarına bağlanır. Bu moleküllerin absorbe edebileceği dalga boyunda ışık uygulanır. Işıktan absorbe ettiği enerji ile oksijeni; oksijen iyonları ve radikalleri gibi reaktif oksijen artıklarına dönüştürür. Reaktif oksijen artıkları hızlı ve güçlü bir şekilde bakteri membranını ve DNA'sını parçalayarak hücre ölümüne neden olur (109). Etkinliği sadece bakterilerle sınırlı olmayıp virüsler, protozoalar ve mantarlar gibi pek çok mikroorganizma üzerinde de etkilidir. Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sisteminin antimikrobiyal ajanlara dirençli olan mikroorganizmalara karşı alternatif bir tedavi seçeneği olabileceği de düşünülmektedir. Ayrıca mikroorganizmaların LAD ile oluşan reaktif oksijen artıklarına karşı direnç geliştirmeleri olası gözükmemektedir. Bu nedenle tekrarlanan uygulamalarla dirençli suşların gelişmesi mümkün değildir (108).

Fotodinamik terapi özellikle kanser tedavileri olmak üzere tıbbın çeşitli dallarında kullanılmaktadır. Dişhekimliğinde kullanımı ise oral kanserlerin ve ağız içi bakteriyel ve fungal enfeksiyonların tedavisinde, endodontik tedavilerde ve kavite dezenfeksiyonunda görülmektedir (10, 110). Fotodinamik reaksiyonun gerçekleşmesi için ışığa duyarlı ajana, ışık kaynağına ve oksijene ihtiyaç duyulur. Işığa duyarlı ajanın sadece lokal toksisite göstermesi gerekir. Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sisteminde kullanılan ajanlar;

- Fenotiazin türevi boyalar [Metilen mavisi (MB) ve Toluidin mavisi O (TBO; tolonium chloride)]
- Fitalosiyeninler [aluminum disulphonated phthalocyanine ve katyonik Zn(II)-phthalocyanine]
- Klorinler [chlorin e6, Sn (IV) chlorin e6, chlorin e6-2.5 Nmethyl-d-glucamine (BLC1010)]
- Porfirinler (hematoporphyrin HCl, Photofrin®, ve ALA)
- Xanthene (erythrosin)
- Monoterpene (azulene)'dir (111).

Nötral veya anyonik yapıdaki ışığa duyarlı ajanlar Gram-pozitif bakterilere etkin bir şekilde bağlanabilirken, Gram-negatif bakterilere etkin olarak bağlanamazlar. Gram-

negatif bakterilerde etkinliğin sağlanması için bu ajanlara katyonik bir molekülün eklenmesi gerekir (110, 112).

Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemlerinde özel dalga boyunda, düşük kuvvette ve görülebilir ışık üreten kaynak gereklidir. Bu amaçla kullanılan ilk ışık kaynakları argon, KTP ve Nd:YAG lazerlerdir (113). Bu kaynakların kompleks ve pahalı olması yeni arayışlara neden olmuştur. Günümüzde ışıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemlerinin büyük bir çoğunluğunda uzun dalga boyu ve derin ışık penetrasyonu sağlayan 630-700 nm dalga boyunda kırmızı ışıklar kullanılmaktadır (114).

#### **4.4.12. Lazer**

LASER 'Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation' kelimelerinin baş harflerinden oluşmakta ve 'Radyasyonun uyarılmış emisyonu ile ışığın güçlendirilmesi' anlamına gelmektedir. Daha açık bir ifadeyle 'hızlandırılmış ve yoğunlaştırılmış yüksek enerji taşıyan ışık demeti' anlamını taşımaktadır (115). Türkçe telafuzuna uyumu sebebiyle 'Lazer' kelimesi kullanılmaktadır.

Lazer ışını teorisinin temeli 1916'da Albert Einstein tarafından sunulan Kuantum Teorisi'ne dayanır (116). Einstein maddelerin durgun bir yapısının olmadığını, elementer parçacıklarının sürekli hareket halinde olduğunu ve uygun boyuttaki bir foton uyarılmış bir moleküle çarparsa başka bir foton yayabileceğini öne sürmüştür. Bu teoriden yola çıkarak 1951 yılında Charles Hard Townes uyarılmış salınım prensibiyle çalışan 'MASER' i (Microwave Amplification of Stimulated Emission of Radiation) keşfetmiştir. İlk lazer cihazı 1960 yılında yakut lazer 'Ruby' adıyla Theodore Maiman tarafından tanıtılmıştır.

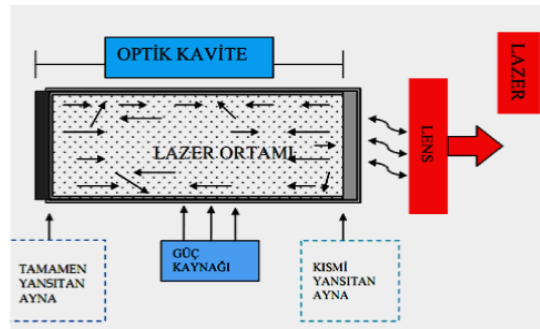
Yakut lazer dişhekimliğinde araştırmalara konu olmuş fakat çevre dokularda mekanik ve termal hasarlara yol açmıştır (116). Neodymiyum: Yitriyum Alüminyum Garnet (Nd:YAG) ve Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) lazerler Food and Drug Administration (FDA) tarafından ağız içi uygulamaya onay verilen ilk lazerlerdir. Oldukça yüksek güçte çalışan bu lazerler yumuşak dokuda kesme ve koagülasyonda başarılı olmasına rağmen sert dokular üzerinde etkinliğinin düşük olması ve olumsuz termal etkileri nedeniyle sert dokularda kullanımları kısıtlanmıştır (117, 118). Erbiyum grubu

lazerlerin Zharikov tarafından keşfi ile düşük enerjide diş sert dokularında çevre dokularda hasar oluşturmada preparasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bakterisit etkileri, anestezi ihtiyacını azaltmaları gibi avantajları bulunan erbiyum grubu lazerler 1997 yılında FDA tarafından onaylanmıştır (119).

Günümüzde dişhekimliğinin her dalında çeşitli lazer tipleri kullanılmakta ve araştırmalara devam edilmektedir.

#### 4.4.12.1. Lazer Işığının Oluşumu

Lazer sistemi fotonları uyarabilen enerji kaynağı, ışığın oluşturulabileceği iletken elementleri içinde bulundurabilen aktif ortam ve ışığın paralellliğini sağlayan optik rezonatörler diğer bir deyişle aynalardan oluşur. Lazer aktif ortamı ışığın dalga boyunu belirler (120). Aktif ortamda bulunan iletken elementler enerji kaynağı ile uyarılır. Elementlerin içinde bulunan elektronlar bu enerji sayesinde seviye değiştirirler. Doğada bulunan her element stabil haline geri dönme eğilimindedir. Bu nedenle elektronlar eski haline dönmek isterler. Eski haline dönerken enerjiyi foton halinde yayarlar. Fotonlar lazer sistemi içerisinde bulunan %100 yansıtıcı aynaya çarparak diğer atomları etkilerler ve yeni bir uyarılma oluştururlar. Oluşan lazer ışını %90 yansıtıcı aynadan geçerek etki yerine ulaşır (121) (Şekil 1).



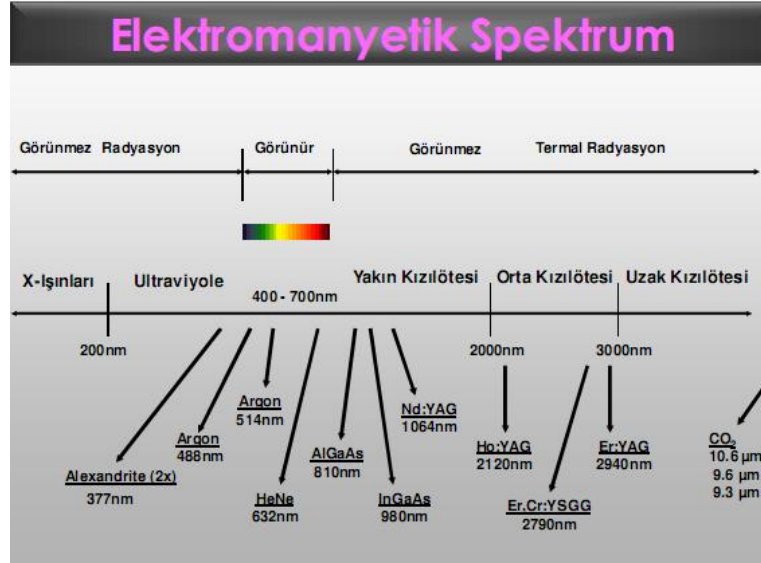
Şekil 1. Lazer cihazının yapısı

#### 4.4.12.2. Lazer Parametreleri

**Dalga boyu:** Ard arda gelen iki dalganın en yüksek noktaları arasındaki yatay mesafe olarak tanımlanır. Dalga boyu genellikle metre birimi ile ölçülür fakat dişhekimliğinde mikron ( $10^{-6}$  m) ya da nanometre ( $10^{-9}$  m) gibi daha küçük birimler kullanılmaktadır. Tıp ve dişhekimliğinde kullanılan lazerlerin dalga boyları 193 nm ile

10600 nm arasında yer alır (Şekil 2). Dalga boyu kullanılan aktif maddeye göre değişiklik gösterir.

Dalga boyu lazer ile doku arasındaki ilişkinin kalitesini ve oluşacak reaksiyonun tipini belirler (116).

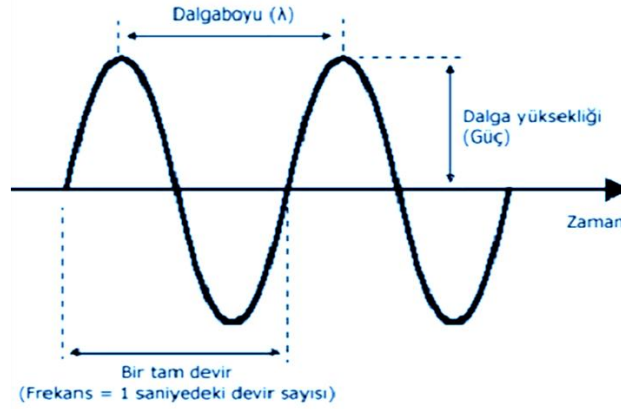


**Şekil 2.** Dişhekimliğinde kullanılan lazerlerin dalga boyları ve elektromanyetik spektrumdaki yerleri

**Frekans:** Saniyede tekrarlanan atım sayısıdır. Birim olarak Hertz kullanılır. ‘Pulse per second’ (Pps)’de aynı anlama gelmektedir (Şekil 3).

**Güç:** Belirli bir bölgeye uygulanan enerjidir.  $P$  (Güç Watt) = Lazer enerjisi X Puls sayısı (puls frekansı) şeklinde formülüne edilir. Birimi Watt (W)’tır.

**Enerji:** Belli bir sürede uygulanan güç olarak tanımlanır. Enerji (J) = Güç (watt) X Süre (s) şeklinde formülüne edilir. Birimi Joule (J)’dir (122, 123).



**Şekil 3.** Işığın sahip olduğu temel özellikler

#### 4.4.12.3. Lazer-Doku Etkileşimleri

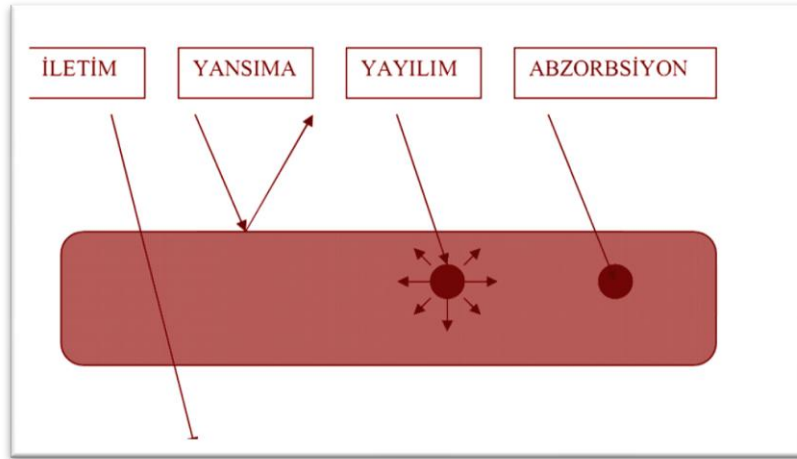
Işık doku ile karşılaştığında 4 farklı tepki gösterir.

**Emilme (Abzorpsiyon):** Dokuya çarpan fotonların enerjilerini dokunun atomlarına aktararak kütlelerini yitirmeleriyle oluşur. Lazerin biyolojik etki göstermesi için gerekli olan etkidir. Dokunun içinde belirli dalga boylarını abzorbe edebilen kromofor adlı yapılar bulunur. Kromoforların sayısı ışığın abzorbsiyon miktarı ile doğru orantılıdır. Doku tarafından emilen lazer enerjisi çoğunlukla termal etki oluşturup, vaporizasyon (buharlaşıma) ya da karbonizasyona neden olur.

**Yansıma (Refleksiyon):** Dokuya çarpan ışığın aynı düzlemde kalacak şekilde yön değiştirmesidir. Yansımanın oluşması ile hedeflenen miktarda enerji dokuya iletilemez. Yansıyan enerji çevre dokulara zarar verebilir.

**Yayılım:** Lazer ışığının dokunun içinde ve dışında rastgele dağılmasıdır. Dağılmadan dolayı enerji dokuda anlamlı bir etki gösteremez.

**İletim:** Lazer ışığının dokuda hiçbir etki göstermeden dokunun derinliklerine doğru ilerlemesidir. Lazer ışığı doku tarafından ne kadar az emilirse ışık doku içerisinde o kadar derine geçebilir (124) (Şekil 4).



**Şekil 4.** Işığın doku ile etkileşimi

Lazer ışığının dokuya teması ile 4 farklı fotobiyolojik etki meydana gelebilir. Bunlar;

**Fototermal etki:** Doku içinde ani ısı oluşumu ile gözlenir. Oluşan ısı enerjisi dokunun buharlaşma sıcaklığından fazla ise enerjinin emilimini takiben ani patlamalarla buharlaşma meydana gelir. Bu durumda dokudaki termik zararlar ihmal edilebilir boyutta olup ışığın penetrasyon derinliği ile ilişkilidir (125).

Lazer ışığının dokuya temasında oluşan ısıya bağlı değişiklikler;

- 40-50 °C: Enzimatik değişiklikler ve ödem gelişimi,
- 60-65 °C: Kanın pıhtılaşması (koagülasyon) ve protein denatürasyonu,
- 70-90 °C: Dehidratasyon ve doku kaynaşması,
- 100-150 °C: Dokuda madde kaybı,
- 200 °C: Dokuda karbonizasyon ve yanmalar şeklinde görülür (126).

**Fotokimyasal etki:** Lazer ışığının termal etki oluşturmaksızın dokuda oluşturduğu kimyasal değişikliklerdir. Biostimülasyon ve fotodinamik terapi bu değişiklikler arasında yer almaktadır. Biositümülasyon ile daha hızlı yara iyileşmesi, ağrı kontrolü, kollojen yapımının hızlanması ve antienflamatuar etkiler görülür (127). Fotodinamik etki ise ışığa duyarlı ajanların ışık ile aktivasyonu sonucunda elde edilir (128).

**Fotomekanik ve Fotoelektriksel etki:** Kısa süreli ve yüksek enerjili ışınlamalar sonucunda oluşan etkidir. Dokularda şok dalgası oluşturarak moleküller ve atomlar arasındaki bağların kopmasına neden olur. Bu etki fotoablasyon olarak tanımlanmaktadır. Fotoelektriksel etki ise elektriksel güçle doku çıkarılmasıdır ve fotoplazmolizis olarak tanımlanır (126, 128).

#### 4.4.12.4. Lazer Sistemlerinin Sınıflandırılması

1. Aktif maddesine göre;

- Katı kristal ortam lazerleri (Er:YAG, Nd:YAG, Ho: YAG, Ruby, Alexandrite, Er,Cr:YSGG),
- Gaz ortam lazerleri [CO<sub>2</sub>, Argon, HeNe, Excimer (Excited Dimer), Ultraviyole (UV)],
- Sıvı ortam lazerleri [Boya (Dye) lazerleri],
- Yarı iletken ortam lazerleri (Diyot lazerler) (129).

2. Lazerin çalışma yöntemine göre;

- Sürekli ışık veren lazerler (Continuous),
- Atımlı ışık veren lazerler (Pulsed),
- Kesikli ışık veren lazerler (Chopped) (130).

3. Lazer ışığının dalga boyuna göre;

- Mor ötesi (Ultraviolet-UV) lazerler (140-400 nm),
- Görünür (Visual-VIS) lazerler (400-700 nm),
- Kızıl ötesi (Infrared-IR) lazerler (700 nm ve üstü) (131).

4. Lazer ışığının enerjisine göre;

- Yumuşak (soft, athermic) doku lazerleri (HeNe, GaAs, GaAlAs),
- Sert (hard, thermic) doku lazerleri (CO<sub>2</sub>, Nd:YAG, Argon, Excimer, Ho:YAG, Er,Cr:YSGG, Er:YAG) (121).

#### **4.4.12.5. Dişhekimliğinde Sık Kullanılan Lazerler ve Dalga Boyları**

Dişhekimliğinde sıklıkla kullanılan lazerler Argon, Diyot, CO<sub>2</sub>, Nd:YAG, Erbiyum Kromiyum: Yttrium Alüminyum Garnet (Er:YAG), Erbiyum Kromiyum: Yittriyum Skandiyum Galyum Garnet(Er,Cr:YSGG) lazelerdir. Bu lazerlerin dalga boylar ve kullanım alanları Tablo 5’te gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Dişhekimliğinde sıklıkla kullanılan lazerler, dalga boyları ve kullanım alanları

| Lazerin adı              | Dalga boyu | Kullanım alanı                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Argon Lazerler           | 350-510 nm | Kompozit restoratif materyallerin polimerizasyonu,<br>Diş beyazlatılması,<br>Periodontal tedavi (132-134).                                                                                                          |
| Diyot Lazerler           | 780-910 nm | Dişeti şekillendirilmesi,<br>Küretaj,<br>Oral Ülserlerin tedavisi,<br>Frenektomi,<br>Gingivektomi,<br>Çürük tespiti,<br>Amputasyon tedavileri,<br>Biostimülasyon,<br>Beyazlatma,<br>Kök kanal tedavileri (134-137). |
| CO <sub>2</sub> Lazerler | 10600 nm   | Yumuşak doku cerrahisi,<br>Koagülasyon (138).                                                                                                                                                                       |
| Nd:YAG Lazerler          | 1064 nm    | Kök kanal tedavisi,<br>Periodontal uygulamalar (139, 140).                                                                                                                                                          |
| Er:YAG Lazerler          | 2940 nm    | Çürük diş dokusunun uzaklaştırılması,<br>Diş dokularının pürüzlendirilmesi,<br>Yumuşak doku uygulamaları (141-143).                                                                                                 |
| Er,Cr:YSGG Lazerler      | 2780 nm    | Çürük diş dokusunun uzaklaştırılması,<br>Yumuşak doku eksizyonu,<br>Çürük önleme,<br>Dentin hassasiyeti giderilmesi (144).                                                                                          |

## **Er,Cr:YSGG Lazer**

Dalga boyu 2780 nm olan, infrared spektrumda yer alan, 0.1-8.0 Watt (W) arasında geniş güç aralığına sahip, 10-50 Hz aralığında seçilebilir frekans özelliği olan atımlı (pulsed) lazer sistemidir (146) (Tablo 6). Aktif ortamı Erbiyum ve Krom ile kaplanmış Yittriyum-Skandiyum-Galyum-Garnet katı kristalidir (123). Er,Cr:YSGG lazer cihazlarında enerji fiber optik sistemle taşınarak, aeratör benzeri başlığa yerleştirilen safir uç aracılığıyla dokuya iletilir. Lazer ışını safir uçtan yayılırken hava-su akışı sağlanır (145).

Er,Cr:YSGG lazerlerin çalışma prensibi ‘hidrokinetik sistem’ ve ‘fotoakustik etki’ ye dayanmaktadır. Hidrokinetik sistemde su taneciklerinin enerjisi lazer ile artırılarak suyun buharlaşması sağlanır. Buharlaşan su moleküllerinin hacmi artar ve mikropatlamalar oluşur. Böylece hedeflenen doku atravmatik şekilde uzaklaştırılır. Fotoakustik etkide ise; lazer enerjisi hedeflenen dokunun fiziksel olarak kesilmesine yol açan şok dalgalarına dönüşür (123).

Çürük diş dokusunun su içeriği sağlıklı diş dokusunun su içeriğine göre artış göstermesi nedeniyle lazer enerjisi çürük diş dokusuna daha fazla afinite gösterir. Sağlıklı diş dokusuna en az zararlı çürük diş dokusu seçici bir şekilde uzaklaştırılabilir (146-148).

Er,Cr:YSGG lazerler ile hazırlanan kavite preperasyonlarında geleneksel aeratör kullanımına göre daha az basınç ve titreşim meydana gelir. Ayrıca ısı ve mekanik etkinin oluşmaması anesteziye ihtiyaç duyulmaksızın tedavinin tamamlanmasına olanak sağlar. Bu nedenle korku ve endişenin kontrol edilebilmesi en önemli avantajları arasında yer alır. Ayrıca erbiyum grubu lazerlerin dalga boyları bakteri hücrelerinin su içeriği tarafından da absorbe edilerek bakterisidal etki gösterir. Kavite dezenfeksiyonunda ve kök kanal tedavisinde bu bakterisidal etkiden faydalanılır. Sistemin diğer avantajları arasında ise uygulandığı bölgede pürüzlendirme sağlaması, diş yüzeyinde Ca ve P miktarını arttırarak asit ataklarına karşı daha dirençli doku oluşturması yer alır (149-152).

Erbium grubu lazerler diğer lazer tiplerinden farklı olarak hem yumuşak hem de sert dokuda kullanılabilir. Erbiyum lazerlerle yapılan insizyonlarda iyileşme oldukça

hızlı gerçekleşir. Bu durumun en temel sebebi ise yumuşak dokuda hemostazın sağlanması ve çevre dokulara termal olarak çok az zarar vermesidir (131).

Er,Cr:YSGG lazerin kavite dezenfeksiyonunda kullanımı ile ilgili bilgiler sınırlıdır. Yapılan çalışmalarda Er,Cr:YSGG lazerin özellikle *S. mutans* üzerinde etkili olduğu görülmüştür (153). Kimyasal dezenfektanlar en fazla 130 µm derinliğe penetre olabilirken, lazer irradiasyonları ile 500-1000 µm derinliğe kadar penetrasyon sağlanması lazer sistemleri ile kavite dezenfeksiyonunun en önemli avantajları arasındadır (154-156). Ayrıca kimyasal dezenfektan kullanımında karşılaşılan mikrosızıntı ve bağlanma sorunları lazer irradiasyonu dezenfeksiyonda oluşmadığı bildirilmiştir (80, 157).

**Tablo 6.** Er, Cr: YSGG cihazı ve özellikleri (158)

|                  |             |
|------------------|-------------|
| <b>Dalgaboyu</b> | 2780 nm     |
| <b>Güç</b>       | 0.1-8.0 W   |
| <b>Frekans</b>   | 10-50 Hz    |
| <b>Voltaj</b>    | 100-230 VAC |
| <b>Boyut</b>     | 27x48x91 cm |
| <b>Ağırlık</b>   | 34 kg       |
| <b>Dalgaboyu</b> | 2780 nm     |

### **Diyot Lazer**

Diyot lazerin aktif ortamı katı halde bulunan yarı iletken alüminyum arsenid kombinasyonudur. Dalga boyu 800-900 nm aralığındadır. Devamlı veya atımlı modda kullanılabilir (159). Işın ince ve esnek kuartz fiber uçlar ile taşınır. Penetrasyon derinliği 0.5-3 mm arasında yer aldığından ısısal yan etkilerin oldukça az olduğu ileri sürülmektedir (160).

Yumuşak lazerler arasında yer alan diyet lazerler; sert lazerler gibi yüksek güce sahip olmamasına rağmen, yüksek elektrik ve optik etkinlikliği ve düşük maliyetleri nedeniyle dişhekimliğinde tercih edilen lazerler arasında yer alır (161).

Diyet lazer cihazından yayılan ışının bir miktarı en uç kısımda ısıya dönüşerek ‘hot tip’ sıcak uç denilen durumu oluşturur. Bu özelliği ile uygulandığı dokuda koagülasyon ve buharlaşma meydana getirir (162).

Dişhekimliğinde diyet lazer yaygın olarak diş beyazlatma, yumuşak doku cerrahisi, melanin pigmentasyonunun giderilmesi ve düşük seviyeli lazer terapisinde kullanılır (163). Son dönemde antimikrobiyal etkinliği nedeniyle endodontik tedavilerde de kullanılmaya başlanmıştır (164,165).

**Tablo 7.** Diyet lazer cihazı ve özellikleri (166)

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| <b>Dalgaboyu</b>    | 810±15 veya 940±15 nm            |
| <b>Maksimum Güç</b> | 940 nm’de 7 W<br>810 nm’de 4.5 W |
| <b>Frekans</b>      | 50/60 Hz                         |
| <b>Boyut</b>        | 8.5x18x6 cm                      |
| <b>Ağırlık</b>      | 1 kg                             |

#### **4.4.12.6. Pedodontide Lazer Kullanımı**

Lazer ışığı ile tedavi geleneksel yöntemlerde engellenemeyen ağrı, ses, titreşim ve korku gibi olumsuz faktörleri ortadan kaldırabilmesi nedeniyle pedodontinin pek çok alanında sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır.

**Diş çürüğünün uzaklaştırılması:** Erbiyum grubu lazerlerle diş çürüğünün uzaklaştırılmasında titreşim ve lokal anestezi ihtiyacının ortadan kalkması ile çocuk

hastalarda konforun geleneksel yöntemlere göre daha iyi sağlanması nedeniyle kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (167). Wong-Baker yüz skalası kullanılarak yapılan çalışmalarda anestezişiz lazer ile kavite preperasyonunun kabul edilebilirlik derecesi %75'lere kadar ulaşmaktadır (168). Ayrıca Erbiyum grubu lazerlerle sağlıklı diş dokusunun korunarak minimal invaziv işlemlerin yapılması dentin dokusunun daha ince olduğu süt dişlerinde avantaj sağlamaktadır.

Erbiyum grubu lazerlerin kavite dezenfeksiyonu etkisiyle bakterisidal etkinlik göstermesi, pürüzlendirme sağlaması ve smear tabakası oluşturmamasıyla rezin materyallerin dentine daha iyi tutunmasını sağlaması sekonder çürük oluşumunun azalmasına neden olabilecektir (169).

Süt dişi fissür örtücü uygulamalarında Er,Cr:YSGG lazerin kullanıldığı çalışmada asitle pürüzlendirmeye göre mikrosızıntı değerlerinde fark bulunamamasına rağmen lazer uygulanan çürüğe karşı direncin daha fazla olduğu görülmüştür (170).

**Endodontik tedaviler:** Direkt pulpa kaplamaları pedodonti kliniklerinde özellikle genç daimi dişlerde sıklıkla tercih edilen tedavilerdir. Direkt pulpa kaplamasının başarısında hemostaz önemli rol oynamaktadır (171). Hemoglobine ve suya afinitesi olan lazer tipleri özellikle diyet, Nd:YAG ve CO<sub>2</sub> lazerler pulpa gibi yumuşak dokuların kesilmesinde, buharlaştırılıp uzaklaştırılmasında ve dekontaminasyonunda başarılı oldukları belirtilmiştir (172). Pulpa gibi yumuşak dokularda lazer kullanımında geri dönüşümsüz fototermal ve geri dönüşümlü fotoaktif etkiler görülür. Fototermal etkiler ile buharlaşma, karbonizasyon, hemokoagülasyon ve protein denatürasyonu gibi morfolojik değişiklikler gözlenirken, fotoaktif etkiler ile ağrı ve inflamasyonun azalması, hücre proliferasyonu ve migrasyonu, odontoblast benzeri hücrelerde sitodiferansiyasyon, ekstraselüler dentin matriksi sentezi ve reparatif dentin oluşumu gözlenir (173). Özellikle CO<sub>2</sub> lazer irradiasyonu ile ekspozite pulpa alanında sterilizasyon ve minimal hematoma oluşumu bildirilmiştir (174). Farklı dalga boylarındaki lazerler ile gerçekleştirilen direkt kuafaj uygulamalarında %90 başarı oranları gösterilmiştir (175).

Pulpotomi uygulamalarında lazer kullanımı toksik olmayan güvenli ve etkili bir tedavi olduğu bildirilmiştir. Direkt kuafaj uygulamalarındakine benzer etkiler göstermektedir (176). Kök kanal tedavisinde farklı dalga boylarındaki lazerler kök

kanalı dezenfeksiyonunda araştırılmaktadır. Endodontik tedavide özellikle Diyot, Nd:YAG, Er:YAG, Argon, Er,Cr:YSGG önerilmektedir (122).

**Yumuşak doku uygulamaları:** Frenektomi, dişeti poliplerinin uzaklaştırılması, dişetinin yeniden şekillendirilmesi, aftların ve herpes labialis lezyonlarının tedavisinde, sürmemiş dişlerin açığa çıkartılması gibi pek çok uygulamada lazer kullanılmaktadır (176).

Lokal anestezi ihtiyacının azalması, suture gerek kalmaması, analjezik ve biostimulan etkisinin bulunması gibi avantajları nedeniyle yumuşak doku uygulamalarında lazer sistemlerine ilgi gittikçe artmaktadır (177).

**Koruyucu dişhekimliği uygulamaları:** Kızılötesi lazerler mine yüzeyinde ısı artışı oluşturarak minenin kompozisyonunu, kristal yapısını ve morfolojisini değiştirmek suretiyle çözünürlüğünü azaltmaktadır (178). Bu amaçla CO<sub>2</sub>, Er:YAG, Er,Cr:YSGG, Nd:YAG ve Argon lazerlerin kullanıldıkları rapor edilmiştir (179-181). Ayrıca lazer irradiasyonundan sonra florid uygulanımıyla daha fazla kalsiyum florid benzeri yapının oluştuğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (182).

**Çürüğün erken tanısı:** Erken çürük lezyonlarının tespitinde argon lazer ışığının dişin mineral yapısı tarafından emilmesini ölçme prensibiyle çalışan, invaziv olmayan teknik lazer floresans olarak adlandırılmaktadır. Diş çürüğünü 0-99 arasındaki skalada değerlendiren Diagnodent® (Kavo, ABD) cihazı sıklıkla kullanılmaktadır (183).

**Düşük düzeyli lazer terapisi (DDLTL):** Düşük seviyeli lazer terapisi ‘yumuşak lazer terapisi’ veya ‘biostimülasyon’ olarak da adlandırılmaktadır. Uygulanan dalga boyu ve enerji yoğunluğuna bağlı olarak iltihabi hücre sistemlerini etkilediği ve iltihabi mekanizmalarda birçok yararlı etkisi bulunduğu bildirilmiştir (184). Düşük düzeyli lazer terapilerinde uygulanan dalga boyları, enerji yoğunluğu ve oluşturdıkları etki Tablo 8’de görülmektedir.

**Tablo 8.** Düşük düzeyli lazer terapilerinde uygulanan dalga boyu, enerji yoğunluğu ve oluşturdukları etki (184)

| Dalga boyu                     | Enerji Yoğunluğu(J/cm <sup>2</sup> ) | Etki                                                                                                         |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>540 nm</b>                  | 0-56                                 | Fibroblast proliferasyonu                                                                                    |
| <b>632.8 nm</b>                | 2.4                                  | Vazodilatasyon, mast hücreleri ekzisitozu, hücre membran porlarının açılması, nötrofil fagositozunun artması |
| <b>632.8 nm</b>                | 2                                    | Fibroblast metabolik aktivitede gelişme                                                                      |
| <b>632.8 ve 904 nm</b>         | 0.25-4                               | Keratinosit proliferasyonunda artış                                                                          |
| <b>660, 820, 870 ve 880 nm</b> | 2.4                                  | Makrofaj cevabını etkileyerek fibroblast proliferasyonunun uyarımı                                           |
| <b>660 nm</b>                  | 2.4-9.6                              | Makrofaj proliferasyonunun artışı                                                                            |
| <b>820 nm</b>                  | 2.4-7.2                              | Fibroblast proliferasyonu                                                                                    |
| <b>830 nm</b>                  | 10                                   | Anjiogenezis ve perfüzyonda artış, nötrofillerin fagositik aktivitesinin gelişmesi                           |
| <b>904 nm</b>                  | 76.4                                 | Ödemde azalma                                                                                                |

Düşük düzeyli lazer terapileri; aftöz stomatit, herpetik lezyon ve mukozitlerin tedavisinde, ortodontik hareketin arttırılması, iyileşmenin hızlandırılması, analjezi oluşturulması, sürme ağrılarının azaltılması, ödemin azaltılması gibi alanlarda kullanılmaktadır (184). Ayrıca DDLT'nin oral dokulara zarar vermeksizin bakterilerin

hücre duvarlarını parçalama ve protein denatürasyonu gibi etkilerle bakterisidal özellik gösterdiği in vitro ve in vivo çalışmalarla gösterilmiştir (185, 186).

#### **4.4.12.7. Lazer Güvenliği**

Günümüzde kullanımı gittikçe yaygınlaşan lazerin kullanımı ile ilişkili kabul gören kural ve standartlar olmasına rağmen halen yaralanmalar ve kazalar bildirilmektedir. Lazer güvenliğini sağlamak amacıyla uluslararası düzeyde International Electrotechnical Commission (IEC 60825-1), Amerika Birleşik Devletleri'nde ANSI Z136 ve Avrupa'da EN 60825-1 gibi özel standartlar hazırlanmıştır (187).

##### **Lazer risk sınıflaması**

IEC 60825-1 standartlarına göre lazer güvenlik sınıflaması;

**Sınıf 1:** Koruyucu gözlük kullanılmasına gerek duyulmayan, düşük güçlü ve güvenli lazerlerdir. Çıkış gücü 40  $\mu$ W (mavi ışık) ile 400  $\mu$ W (kırmızı ışık) arasında olan lazerler bu grupta yer alır. Lazer yazıcıları ve CD okuyucular bu gruba örnek olarak gösterilebilir.

**Sınıf 1M:** Çıplak gözle bakıldığında herhangi bir hasara neden olmayan fakat loop veya operasyon mikroskobu gibi optik cihazlarla bakıldığında pupilden geçerek gözde hasar oluşturabilen lazerlerdir.

**Sınıf 2:** En yüksek çıkış gücü 1 mW'ın altında yer alan görünür bölge lazerlerini içine alan gruptur. Hasar 0,25 sn'den uzun temaslarda oluşur. Göz kırpma refleksi 0,25 sn'den kısa olduğundan dolayı herhangi bir önlem almaya gerek yoktur. Lazer işaretleyiciler bu gruba örnek olarak gösterilebilir.

**Sınıf 2M:** Göz kırpma refleksi nedeniyle herhangi bir hasara neden olmayan fakat loop veya operasyon mikroskobu gibi optik cihazlarla bakıldığında pupilden geçerek gözde hasar oluşturabilen lazerlerdir.

**Sınıf 3R:** Gücü 5mW'ın altında olan görünür bölge lazerleridir. Yaralanma riski düşüktür fakat bu lazerlerle çalışmak için lazer güvenliği eğitimi almak ve güvenlik kurallarına uymak gerekir.

**Sınıf 3B:** Gücü 500 mW'ın altında olan lazerlerdir. Direkt ve indirekt ışıklar gözde hasar oluşturur. Bu lazerlerle çalışmak için lazer güvenliği eğitimi almak ve güvenlik kurallarına uymak gerekir.

**Sınıf 3R:** Gücü 500 mW'ın üzerinde olan lazerlerdir. Direkt ve indirekt ışıklar gözde ve ciltte ağır yanıklara neden olur. Bu lazerlerle çalışmak için lazer güvenliği eğitimi almak ve güvenlik kurallarına uymak gerekir. Dişhekimliğinde kullanılan lazerlerin büyük çoğunluğu bu grupta yer alır (188).

#### **Lazer kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken kurallar**

1. Lazeri kullanan hekim ve yardımcı personel lazer güvenliği hakkında bilgili olmalı ve gerekli önlemleri almış olmalı,
2. Lazer kullanımına özel gerekli önlemlerin alındığı oda sağlanmalı, bu odanın dışına gerekli uyarıcı levhalar asılmalı ve operasyon boyunca dışarıdan açılmayacak şekilde kilitlenebilmeli, odanın içinde ışığı yansıtabilecek ayna ve benzeri yapılar bulunmamalı, yanıcı ve patlatıcı gaz ve sıvılar bulundurulmamalı havalandırma sağlanmalı, elektrik kazalarını önlemek amacıyla yerlerin kuru olmasına özen gösterilmeli,
3. Komşu dokular lazer ışığından korunmalı, yansıtıcı özelliği bulunan aletler kullanılmamalı,
4. İstenmeyen ışıkların oluşmaması için pedalın etrafında koruyucu kalkan bulunmalı,
5. Lazerin kullanımı esnasında odada bulunan tüm bireyler kullanılan lazer tipine uygun koruyucu gözlük takmalı,
6. Lazer ışığına optik cihazlarla bakılmamalıdır.
7. Bahsi geçen kurallar genel kurallar olup ANSI rehberlerinde daha detaylı bir şekilde açıklanmıştır (189).

## **4.5. Antibakteriyel Ajan ve Sistemlerin Fiziksel Etkileri**

### **4.5.1. Bağlanma Kuvvetlerine Etkileri**

Preperasyon sonrası kavitede kalan rezidüel bakterilerin eliminasyonu amacıyla kullanılan antibakteriyel ajan ve sistemlerin, adeziv sistemlerin dentine bağlanmasında etkisinin bulunması araştırmacıları bu konu ile ilgili çalışmaya yöneltmiştir.

Bağlanma kuvveti testleri diş-adeziv ara yüzeyinde birim alanda bağlanmayı bozarak kırılmaya neden olan minimum kuvvet değerinin kaydedilmesi prensibine dayanan testlerdir (11).

Uluslararası Standardizasyon Örgütü bağlantı direncinin ölçülmesinde çekme bağlanma kuvveti ve makaslama bağlanma kuvveti testlerini önermiştir. Çekme testlerinde kuvvet hazırlanmış diş yüzeyine 90°'lik açı ile uygulanırken, makaslama testlerinde kuvvet diş yüzeyine paralel olarak uygulanır. Standardizasyonu sağlamak için ISO tarafından bağlanma işlemi esnasında sabitlemeyi sağlayacak özel ekipmanlar tanımlanmıştır (190).

Bağlanma kuvveti testlerinde bağlanma gösteren materyallerin kütsel dirençleri kopma tiplerini belirler. Tanımlanan üç farklı kopma tipi mevcuttur. Bunlar; diş ve adeziv materyal arasında gerçekleşen adeziv kopma, dişin veya adeziv materyalin kendi içinde meydana gelen koheziv kopma ve hem adeziv hem de koheziv kopmanın birlikte gerçekleştiği karışık kopmalardır (191).

### **4.5.2. Sızıntıya Etkisi**

Sızıntı; dişin kavite duvarları ile restorasyon materyali arasında likit, bakteri, molekül ve iyon geçişi olarak tanımlanır (83). Sızıntının en önemli sebebi restoratif materyalin diş dokusuna zayıf adezyonudur. Kavite dezenfektanlarının adezyonu etkileyebileceği düşüncesi ile kavite dezenfeksiyonu sonrası sızıntı çalışmaları literatürde yer almaktadır (9, 13).

Günümüze kadar sızıntı sıklıkla mikro boyutta incelenmiştir. Mikrosızıntı çalışmalarında boyama yöntemi tercih edilmiştir. Mikrosızıntı çalışmalarında sıklıkla kullanılan boyalar metilen mavisi (%0.2-2), bazik fuksin (%0.5-2), florasan (%2-20) ve

toluidin mavisi (%0.25)'dir (192). Mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan boyaların partiküllerinin çapının bakterilerin çapından daha geniş olması ağız ortamında gerçekleşen sızıntıyı tam olarak yansıtamamaktadır. Bu nedenle araştırmacılar yeni yöntemlerin arayışına girmişlerdir.

Son dönemde nano boyutta yapılan sızıntı çalışmaları literatürde yer almaya başlamıştır. Nanosızıntı hibrit tabakası içinde yer alan kollojen fibrillerin etrafında gerçekleşen nanometre boyuttaki sızıntıdır. Nanosızıntı çalışmalarında boyama amonoikal gümüş nitrat solüsyonu ile yapılır. Gümüş nitrat solüsyonu partiküllerinin boyutları ortalama olarak 0.59 nm civarındadır. Ağız ortamında yaşayan bakterilerin boyutları ise 0.5-1 nm arasında değişmektedir. Bu nedenle gümüş nitrat sızıntı çalışmalarına uygun boyama solüsyonu olarak görölmektedir (14). Gümüş nitrat ile boyanan örnekler SEM veya TEM ile incelenmektedir.

## 5. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada farklı antibakteriyel ajan ve sistemlerin; antibakteriyel etkinlikleri ile süt dişine uygulanan kompomer restorasyonların mikrogerilme bağlanma kuvvetlerine ve nanosızıntı değerlerine etkileri araştırıldı. Çalışma mikrobiyolojik inceleme, mikrogerilme bağlanma dayanımı ve nanosızıntı incelemesi olmak üzere 3 kısımda gerçekleştirildi. Mikrobiyoloji testi için 24 adet sığır dişi, mikrogerilme bağlanma dayanımı testi için 80 adet okluzal çürüklü I. ve II. süt azı dişleri, nanosızıntı testi için 40 adet çürüksüz I. ve II. süt azı dişleri kullanıldı. Çalışmada kullanılan test yöntemleri ve örnek gruplarını belirten çalışma modeli Tablo 9’da verildi.

**Tablo 9.** Çalışma modeli

| Araştırma konusu         | Kullanılan diş tipi ve sayısı  | Test yöntemi                     |
|--------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| <b>Mikrobiyoloji</b>     | 24 adet sığır alt santral dişi | Diş kavite yöntemi               |
| <b>Bağlanma dayanımı</b> | 80 adet insan süt azı dişi     | Mikrogerilme testi               |
| <b>Nanosızıntı</b>       | 80 adet insan süt azı dişi     | Nanosızıntının değerlendirilmesi |

### 5.1. Mikrobiyolojik İnceleme

Çalışmanın mikrobiyolojik inceleme aşamasında Corsodyl, Cervitec, Cervitec Plus ve Fluor Protector olmak üzere dört farklı antibakteriyel ajanın, bir ışıkla aktive olan dezenfeksiyon sisteminin ve Diyet lazer ve Er,Cr;YSGG lazer olmak üzere iki farklı lazer sisteminin, çürüğün oluşumunda ve ilerlemesinde etkili olduğu kanıtlanan *S. mutans* ve *L. acidophilus* olmak üzere iki farklı mikroorganizmaya karşı antibakteriyel etkinliğinin Özer ve ark (193) tarafından geliştirilen diş kavite yönteminin modifikasyonu kullanılarak incelenmesi amaçlandı. Kullanılan antibakteriyel ajanların içerikleri Tablo 10’da ve Resim 1’de gösterildi. Kullanılan antibakteriyel sistemler Resim 2, 3 ve 4’de gösterildi. Çalışmanın birinci aşamasında sığırlardan elde edilen 24 adet alt kesici diş kullanıldı (Resim 5). Dişler çekimden kullanım aşamasına kadar

+4<sup>0</sup>C’de distile suda saklandı ve materyallerin etkinliğinin test edileceği her bir mikroorganizma grubunda 12 adet olacak şekilde iki gruba ayrıldı (Tablo 11). Her bir dişte açılan 8 adet standart kaviteden birine negatif kontrol amacıyla hiçbir işlem uygulanmazken, diğeri yedi kavite deney grubu olarak tasarlandı ve herbir kaviteye yukarıda ismi geçen dezenfeksiyon sistemi veya ajanlarından birisi uygulandı (Resim 6).

**Tablo 10.** Antibakteriyel ajanlar, içerikleri ve üretici firmaları

| Antibakteriyel Ajan           | İçerik                                                                                                                                                                                  | Üretici Firma         |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Corsodyl gel</b>           | -%1 w/w Klorheksidin Diglukonat<br>-Hidroksipropilselüloz,<br>-Makrogolgliserol,<br>-Hidroksistearat,<br>-Sodyum asetat,<br>-Levomentol,<br>-Nane Yağı,<br>-Isopropil alkol<br>-Saf su. | GlaxoSmithKline (ABD) |
| <b>Cervitec gel</b>           | -%0.2 Klorheksidin Diglukonat<br>-Sodyum florür (900 ppm)<br>-Hidroksietil selüloz,<br>-Lauril,<br>-Nane yağı,<br>-Sodyum sakkarin,<br>-Su.                                             | Ivoclar (Almanya)     |
| <b>Cervitec Plus</b>          | -%1 Klorheksidin diasetat<br>-%1Timol,<br>- Vinil asetat<br>-Etanol,<br>-Su,                                                                                                            | Ivoclar (Almanya)     |
| <b>Fluor Protector Vernik</b> | -%1 Diflorosilan<br>-Etil asetat,<br>-İsoamilpropionat                                                                                                                                  | Ivoclar (Almanya)     |



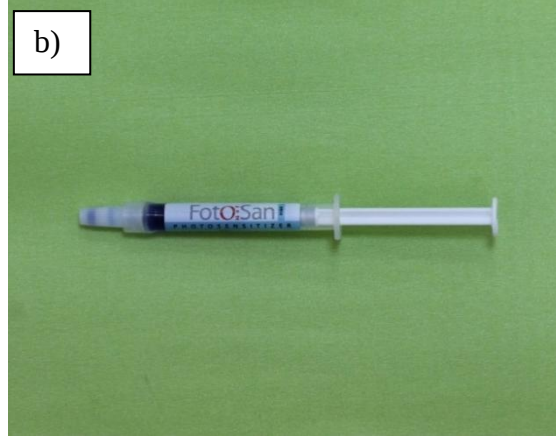
**Resim 1.** Çalışmada kullanılan antibakteriyel ajanlar



**Resim 2.** Çalışmada kullanılan Waterlase Er,Cr:YSGG Lazer cihazı



**Resim 3.** Çalışmada kullanılan EzLase Diyet lazer cihazı



**Resim 4.** Çalışmada kullanılan FotoSan sistemi a) Işık kaynağı, b) Işığa duyarlı ajan



**Resim 5.** Çalışmada kullanılan alt sığır dişi örneği

**Tablo 11.** Test edilen mikroorganizmalar ve örnek sayıları

| Mikroorganizma        | Diş Sayısı | Her Bir Dişteki Kavite Sayısı | Dezenfeksiyon Sistemi                                                                                                                       |
|-----------------------|------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>S. mutans</i>      | 12         | 8                             | (a) Kontrol<br>(b) Corsodyl<br>(c) Cervitec<br>(d) Cervitec Plus<br>(e) Fluor Protector<br>(f) FotoSan<br>(g) Diyet lazer<br>(h) Er,Cr:YSGG |
| <i>L. acidophilus</i> | 12         | 8                             | (a) Kontrol<br>(b) Corsodyl<br>(c) Cervitec<br>(d) Cervitec Plus<br>(e) Fluor Protector<br>(f) FotoSan<br>(g) Diyet lazer<br>(h) Er,Cr:YSGG |



**Resim 6.** Kaviteletin diş üzerine yerleşimi, a) Dişin bukkal yüzünde yer alan 6 kavite, b) Dişin lingual yüzünde yer alan 2 kavite.

#### 5.1.1. Diş Yüzeyinin ve Test Kaviteletin Hazırlanması

1. Dişlerin üzerindeki organik eklentiler bir bistrü yardımıyla çeşme suyu altında temizlendi ve florid içermeyen pomza-su karışımı ile kıl fırça kullanılarak tüm yüzeyler temizlendi.
2. Dişlerin apeks kısımları, asitleme, primer ve adeziv aşamalarını takiben kompozitle kapatıldı.

3. Aerotöre takılan elmas fissür frez (Diatech Swiss Dental Instruments, Switzerland 881-012-8 ML) yardımıyla, su soğutması altında, dişlerin labial ve lingual yüzeyleri bir miktar aşındırılıp düz bir dentin yüzeyi elde edildi.
4. Bu yüzeyler 320 no'lu su zımparası ile zımparalandı (Marshall Silisyum Karbür).
5. Her bir dişte, toplam 8 adet standart silindirik kavite (1 mm çapta ve 2 mm derinlikte) açıldı. Kaviteler standart elmas fissür ve ront frezler (Diatech Swiss Dental Instruments, Switzerland 881-012-8 ML, 801-014 ML) kullanılarak hazırlandı. Fissür frezlerin üzerinde 2 mm işaretlenerek, kavitelerin standart derinlikte olması sağlandı.
6. Frezler, elmas grenlerinde oluşabilecek yıpranma düşünülerek 3 dişte bir yenilendi.

#### **5.1.2. Dişlerin Test Edilecek Mikroorganizmalar ile İnokule Edilmesi**

Çalışmada *S. mutans* ATCC 25175 (MediMark, France) ve *L. acidophilus* ATCC 4356 (MediMark, France) kullanıldı. Buzdolabında -80 °C'de saklanan mikroorganizmalar Beyin Kalp İnfüzyonu'na [Brain Heart Infusion (BHI); Oxoid, England)] ekilip 37 °C'de bir gece inkübe edildi. Sıvı besiyerlerine ardışık olarak seyreltilerek istenilen miktarda mikroorganizma içeren sıvılar elde edildi.

Kaviteleri hazırlanan dişler 121 °C'de 15 dakika otoklavda steril edildi. Sterilizasyonun kontrolü amacıyla her bir gruptan bir diş BHI sıvı besiyerine konularak 37 °C'de 24 saat inokule edildi.

Otoklavda steril edilen dişler Biohazard kabin içerisinde steril filtre kağıtları ile kurutuldu. McFarland (PhonixSpac) cihazı (Resim7) yardımıyla hazırlanan  $10^7$  cfu/ml mikroorganizma içeren BHI sıvı kültürüne dişler yerleştirildi (Resim 8) ve 37 °C'de 72 saat inkübe edildi.



**Resim 7.** McFarland cihazı



**Resim 8.** Dişlerin mikroorganizmalar ile inokule edilmesi

### 5.1.3. Antibakteriyel Ajan ve Sistemlerin Dişlere Uygulanması

Test kaviteleri ve uygulanan materyaller Tablo 12’de görülmektedir.

**Tablo 12.** Test kaviteleri ve kullanılan materyaller

| Kaviteler | Uygulanan materyal ve sistemler |
|-----------|---------------------------------|
| A         | Kontrol                         |
| B         | Corsodyl                        |
| C         | Cervitec Jel                    |
| D         | Cervitec Plus                   |
| E         | Fluor Protector                 |
| F         | FotoSan                         |
| G         | Diyot lazer                     |
| H         | Er,Cr:YSGG lazer                |

1. Dişler sıvı kültürden çıkartılarak steril filtre kağıdı ile kurutuldu.
2. Kavitelere Tablo 13’de belirtildiği şekilde dezenfeksiyon işlemleri uygulandı.  
Steril el aletleri kullanılarak geçici bir restoratif materyal (Cavit G, 3M ESPE, Germany) ile kapatıldı.
3. Tüm diş örnekleri steril serum fizyolojik solüsyonu içinde 72 saat süreyle 37 °C’de inkübe edildi.

**Tablo 13.** Uygulanan ajanlar ile sistemler ve uygulama şekilleri

| Uygulanan materyal ve sistemler | Uygulama şekli                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kontrol</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Herhangi bir dezenfeksiyon işlemi uygulanmadı.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Corsodyl</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bonding fırçasıyla uygulandı.</li> <li>1 dakika beklendi.</li> <li>Herhangi bir yıkama işlemi yapılmaksızın kuru pamuk pelet ile jel kaviteden uzaklaştırıldı.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Cervitec Jel</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bonding fırçası yardımıyla kaviteye uygulandı.</li> <li>2 dakika beklendi.</li> <li>Herhangi bir yıkama işlemi yapılmadan jel uzaklaştırıldı</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Cervitec Plus</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bonding fırçası yardımıyla kaviteye uygulandı.</li> <li>30 saniye beklendi.</li> <li>Herhangi bir yıkama işlemi yapılmadan uzaklaştırıldı.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Fluor Protector</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bonding fırçası yardımıyla kaviteye uygulandı.</li> <li>1 dakika beklendi.</li> <li>Herhangi bir yıkama işlemi yapılmadan uzaklaştırıldı</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>FotoSan</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Toluidin mavisi içerikli özel dezenfektan özel uçlar ile kaviteye yerleştirildi.</li> <li>30 saniye 680 nm boyundaki kırmızı ışık uygulandı.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Diyot lazer</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dalga boyu 808 nm olan diyot lazer enerjisi 600 µm çapında 6 mm uzunluğunda safir uç ile dentin yüzeyine dik bir şekilde iletildi.</li> <li>Gücü 1 W frekans 20 Hz olarak fokus mod kullanıldı ve uzaklık 1-2 mm olacak şekilde tasarlandı.</li> <li>Lazer ışığı kavite yüzeyine 5 saniye uygulama 15 saniye aralık şeklindeki periodlar halinde 5 kez uygulandı</li> </ul>                                                                         |
| <b>Er,Cr:YSGG lazer</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dalga boyu 2,780 nm olan Er,Cr:YSGG lazer (Waterlase MD; Biolase, San Clemente, CA) enerjisi çapı 600 µm uzunluğu 6 mm olan safir uç ile dentin yüzeyine dik bir şekilde iletildi.</li> <li>Güç 1 W (%15 hava , %15 su) ve frekans 20 Hz olarak fokus mod kullanıldı ve uzaklık 1-2 mm olacak şekilde tasarlandı.</li> <li>Lazer ışığı kavite yüzeyine 5 saniye uygulama, 15 saniye aralık şeklindeki periodlar halinde 5 kez uygulandı.</li> </ul> |

#### 5.1.4. Kaviteden Dentin Talaşlarının Toplanması ve Mikrobiyolojik İnceleme

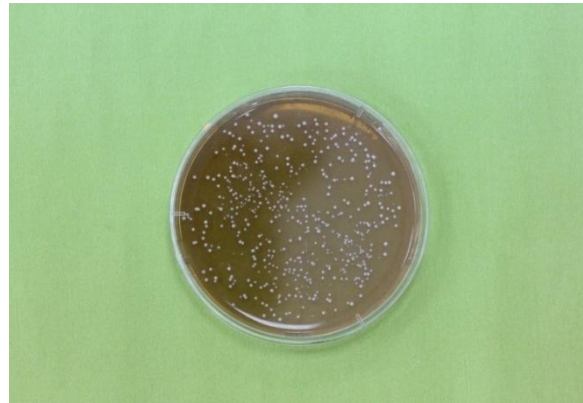
1. Geçici restorasyonlar steril ekskavatörler ile uzaklaştırıldı.
2. Her bir kaviteden, standart steril çelik rond frez (NTI-Kahla GmbH, Rotary Dental Instruments, Germany S1-014 RA) kullanılarak, ağırlığı önceden tartılmış steril ependorf tüpler (2 ml'lik) içine standart miktarda ( $20 \pm 5$  mg) dentin talaşı toplandı. Farklı kaviteler arasında oluşabilecek kontaminasyonun ve frezin uzun süreli kullanımına bağlı olarak dentin duvarlarında meydana gelebilecek ve mikroorganizmaların ölümüne sebep olabileceği düşünülen aşırı ısınmanın önlenmesi amacıyla her bir kavitede farklı steril frez kullanıldı.
3. Talaş örnekleri 30 dk içinde mikrobiyoloji laboratuvarına ulaştırılarak mikrobiyolojik testlere başlandı.
4. Toplanan dentin talaşları üzerine 2 ml steril fizyolojik salin solusyonu eklenerek dilue edildi.
5. Ependorf tüpler 30 sn boyunca vortekslenerek (Fisons Scientific Equipment, UK) talaş örnekleri homojenize edildi (Resim 9). Mikropipetler yardımıyla, vortekslenen dentin talaşı-salin karışımından 0,5 ml alınarak *S. mutans* gruplarında %5'lik koyun kanlı agara (Becton Dickonson GmbH, Germany) ve *L. acidophilus* gruplarında MRS (Merck, Germany) agara ekim yapıldı. Vortekslenen dentin talaşı-salin karışımından alınan 0.5 ml ise 4.5 ml steril fizyolojik tuzlu su içeren cam tüp içine aktarıldı, vortekslendi ve bu karışımdan 0.5ml alınarak uygun besiyerine  $10^{-1}$  seyreltme yapılarak ekim yapıldı. Son karışımdan 0.5 ml alınarak 4.5 ml steril fizyolojik tuzlu su içeren cam tüp içine aktarıldı, vortekslendi ve bu karışımdan 0.5 ml alınarak  $10^{-2}$  seyreltme olacak şekilde uygun besiyerine ekim yapıldı.
6. Etüvde 72 saat bekletilen ekimlerde gözlenen üremeler tespit edilip cfu/ml cinsinden sayımlar yapıldı (Resim 10 ve 11)



**Resim 9.** Vorteks cihazı



**Resim 10.** *S. mutans* grubunda görülen üreme



**Resim 11.** *L. acidophilus* grubunda görülen üreme

**Tablo 14.** Mikrobiyoloji aşamasında kullanılan agarlar ve içerikleri

| Besiyeri                     | İçerik                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BHI</b>                   | Dana beyni 7.7 g<br>Sığır kalbi 9.8 g<br>Proteaz pepton 10.0 g<br>Dekstroz 2.0 g<br>Sodyum klorür 5.0 g<br>Disodyum fosfat 2.5 g<br>Agar 15.0g,                                                                                                                                       |
| <b>MRS</b>                   | Proteaz pepton No3 10.0 g<br>Et özütü 10.0 g<br>Maya özütü 5.0 g<br>Dekstroz 20.0 g<br>Polisorbat 80 1.0 g<br>Amonyum sitrat 2.0 g<br>Sodyum asetat 5.0 g<br>Magnezyum sülfat 0.1 g<br>Manganez sülfat 0.05 g                                                                         |
| <b>Koyun Kanlı Agar (%5)</b> | Kazeinin Pankreatik Dijesti 12,0 g<br>Hayvan Dokularının Peptik Dijesti 5,0 g<br>Maya Ekstraktı 3,0 g<br>Sığır Eti Ekstraktı 3,0 g<br>Mısır Nişastası 1,0 g<br>Sodyum Klorür 5,0 g<br>Agar 13,5 g<br>Kolistin 10,0 mg<br>Nalidiksik Asit 10,0 g<br>Koyun Kanı, defibrinleştirilmiş %5 |

## 5.2. Mikrogerilme-Bağlanma Testi

Çalışmanın ikinci kısmında, kavite dezenfeksiyonu amacıyla kullanılan antibakteriyel etkili Corsodyl, Cervitec, Cervitec Plus ve Fluor Protector ajanlarının ve FotoSan, Diyet lazer ve Er,Cr:YSGG lazer sistemlerinin kompomer (Dyract Extra, Dentsply, Germany) ile restore edilen süt dişlerinin bağlanma kuvvetlerine etkileri incelendi. Bu kısımda 80 adet okluzal çürüklü süt I ve II. azı dişleri çekildikten en fazla 1 ay içinde kullanıldı. Kullanım aşamasına kadar timol-distile su karışımında bekletildi. Aşağıda belirtilen şartlar doğrultusunda dişler seçildi.

1. LED ışığı altında yapılan incelemede kron kısmında herhangi bir çatlak, kırık veya önceden yapılmış bir restorasyonun bulunmaması,
2. Çürük lezyonunun dentinin orta 1/3'ünü geçmemiş olması.

Çalışmaya dahil edilen dişlerin üzerinde bulunan yumuşak doku artıkları florid içermeyen pomza ve fırça frez yardımıyla uzaklaştırıldı. Herbir grupta 10 adet diş olacak şekilde gruplara ayrıldı.

### 5.2.1. Diş Yüzeylerinin Hazırlanması

1. Elmas separe ile düşük hızla, dişlerin okluzal yüzeyleri dentin açığa çıkacak şekilde aşındırıldı.
2. Yüzeyi düzleştirmek için, dişin uzun aksına dik olacak şekilde okluzal yüzey silikon karbid zımpara ile aşındırıldı.
3. Dentin yüzeyi en son 600 derecelik ince grenli silikon karbid zımpara ile pürüzsüz bir hale getirildi.

### 5.2.2. Antibakteriyel Ajan ve Sistemlerin Uygulanması

1. Antibakteriyel ajan ve sistemler Tablo 13'te açıklandığı gibi üretici firmaların önerileri doğrultusunda uygulandı.
2. Tüm dişlerin okluzal dentin yüzeyleri Prime&Bond NT uygulamasını takiben 4-5 mm kalınlıkta Dyract Extra restorasyon materyali ile restore edildi. Materyallerin içerikleri ve uygulama şekilleri Tablo 15'de gösterildi.

**Tablo 15.** Çalışmada kullanılan adeziv ve kompomerin içeriği ve uygulama şekli

| Materyal                                               | İçerik                                                                                                                                                                                                                                                                           | Uygulama şekli                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Prime&amp;Bond NT</b><br><b>(Dentsply, Germany)</b> | - Di ve trimetakrilat rezinler,<br><br>- Fonksiyonel amorf silika,<br><br>- PENTA (dipentaeritritol penta akrilat monofosfat)<br><br>- Fotobaşlatıcılar<br><br>- Stabilizatörler<br><br>- Setilamin hidroflorür<br><br>-Aseton                                                   | -Tek kullanımlık bonding fırçası yardımıyla tüm kavite yüzeyine uygulandı.<br><br>-20 sn beklendi,<br><br>-Hava spreyi ile düşük basınç altında 5 sn<br><br>kurutuldu.<br><br>-LED ışık kaynağıyla 10 sn<br><br>süreyle polimerize edildi. |
| <b>DyractExtra</b><br><b>(Dentsply, Germany)</b>       | -UDMA, TEGDMA, BHT,<br><br>TCB rezin, trimetakrilat<br><br>rezin,<br><br>-Kamforkinon,<br><br>-Etil-4- dimetilaminobenzoat,<br><br>-UV stabilizan,<br><br>-Stronsiyum<br><br>-Alümine sodyum florüro<br><br>fosfor silikat cam,<br><br>-StF, FeO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> | -1mm kalınlığında 4 tabaka halinde yerleştirildi<br><br>-Her bir tabaka LED ışığı ile 20 sn polimerize edildi.                                                                                                                             |

### 5.2.3. Test Aşamalarının Gerçekleştirilmesi:

1. Dişler akrilik bloklara (2 cm en, 3 cm boy, 1 cm yükseklik) gömüldü.
2. Akrilik bloklar İsomat cihazına (Buehler Isomet 1000 precision saw) dişlerin uzun aksına paralel olacak şekilde yerleştirildi (Resim 12). Bağlanma yüzeyine dik olacak şekilde yaklaşık 1 mm<sup>2</sup>'lik seri kesitler alındı.



**Resim 12.** Çalışmada kullanılan İsetmet cihazı



**Resim 13.** İsetmet cihazı ile kesitlerin alınması

3. Akrilik bloklar 90° çevrilerek yeniden cihaza bağlandı ve önceki seri kesitlere dik olacak şekilde 1 mm'lik seri kesitler alınarak 1 mm<sup>2</sup>'lik çubuk şeklinde kesitler elde edildi (Resim 14).



**Resim 14.** Mikrogerilim testleri için elde edilen dentin çubuğu örneği

4. Her gruptan 10'ar örnek mikrogerilim testine tabi tutuldu. Örnekler mikrogerilim test cihazına siyanoakrilat adeziv ile sabitlendi (Resim 15).



**Resim 15.** Mikrogerilim cihazı

5. Kopma gerçekleşinceye kadar 0.5 mm/dakika'lık kuvvetler ile mikrogerilim stresleri oluşturuldu. Kırılma anındaki kuvvet Newton cinsinden kaydedildi.
6. Oluşan kırılma alanı dijital kumpas ile ölçüldü.  $MPa = \text{Kuvvet (Newton)} / \text{Alan (mm}^2\text{)}$  formülüyle her bir örnek için MPa cinsinden kırılma değerleri hesaplandı.
7. Kırılma tipinin belirlenmesi amacıyla örnekler 80X büyütmeli stereoptik mikroskopta (Leica MZ6) incelendi.

Kırılma tiplerinin sınıflandırılması;

- Tip I: Dentin materyal arasında adeziv kırılma,
- Tip II: Dentin materyal arasında kısmi adeziv kırılma ve materyal içinde kısmi koheziv kırılma,
- Tip III: Dentin içinde koheziv kırılma,
- Tip IV: Materyal içinde koheziv kırılma şeklindedir (2).

### 5.3. Nanosızıntının Değerlendirilmesi

Çalışmanın üçüncü kısmında, kavite dezenfeksiyonu amacıyla kullanılan antibakteriyel etkili Corsodyl, Cervitec, Cervitec Plus ve Fluor Protector ajanların ve FotoSan, Diyet lazer ve Er,Cr:YSGG lazer sistemlerin kompomer (Dyract Extra, Dentsply, Germany) ile restore edilen süt dişlerinde nanosızıntıya etkisi incelendi.

Bu aşamada 40 adet çürüksüz süt I. ve II. azı dişleri kullanıldı.

### **5.3.1. Test Kavitelesinin Hazırlanması**

1. Dişlerin üzerindeki organik eklentiler bir bistrü yardımıyla çeşme suyu altında temizlendi.
2. Dişlerin tüm yüzeyleri florid içermeyen pomza-su karışımı ve kıl fırça kullanılarak temizlendi.
3. Dişlerin apeks kısımları, asitleme, primer ve adeziv aşamalarını takiben kompozitle kapatıldı.
4. Aerotöre takılan elmas fissür frez (Diatech Swiss Dental Instruments, Switzerland 881-012-8 ML) yardımıyla, su soğutması altında, dişlerin bukkal ve palatinal/lingual yüzeylerine 3 mm uzunluk, 1.5 mm kalınlık ve 2 mm derinlikte kaviteles açıldı.

### **5.3.2. Antibakteriyel Ajan ve Sistemlerin Uygulanması ve Kavitelesin Restore Edilmesi**

Antibakteriyel ajan ve sistemler Tablo 13'te gösterildiği gibi üretici firmaların önerileri doğrultusunda uygulandı. Kompomer restorasyonlar Tablo 15'de gösterildiği şekilde uygulandı.

### **5.3.3. Termalsiklüs İşleminin Gerçekleştirilmesi**

Termal siklüs işlemleri 0-5 °C'de 15 sn, 10 sn dinlenme periodu ve 50-55 °C'de 15 sn olacak şekilde 500 kez tekrarlanarak uygulanmıştır.

### **5.3.4. Örneklerin Hazırlanması**

Termal siklüs işlemini takiben dişler akrilik bloklara gömüldü. Akrilik bloklar İsoMet cihazına (Buehler Isomet 1000 precision saw) dişlerin uzun aksına paralel olacak şekilde yerleştirildi. Dişin tam orta hattından bukkal palatinal/lingual yönde 1 mm<sup>2</sup>'lik kesit alındı.

Alınan bu kesitler restorasyon sınırından itibaren 1 mm açıktaki kalacak şekilde tırnak cilası ile kapatıldı. Kesitler Tay ve ark (194) tarafından kullanılan ammonoikale gümüş nitrat çözeltisi içerisinde 24 saat bekletildi. Ammonoikale gümüş nitrat çözeltisinin hazırlanmasında 25 gr gümüş nitrat kristalli 25 ml distile suda çözündü. Oluşan siyah solüsyondan berrak bir sıvı elde edene kadar %28 konsantrasyonlu

amonyum hidroksit ile titre edildi. Bu solüsyon 50 ml distile su ile dilue edilerek %50 wt ve pH'ı 9.5 olan solüsyon elde edilerek kullanılan solüsyon hazırlandı. Solüsyon içerisinde bekletilen örnekler 5 dk akan su altında yıkandı. Daha sonra banyo solüsyonunda ve floresan ışık altında 8 saat bekletildi. Boyanan örneklerin zımparalanma işlemi için 600-1200-2500 silikon karbür zımparalar kullanıldı (Resim 16). Parlatma elmas pasta ile yapıldı.

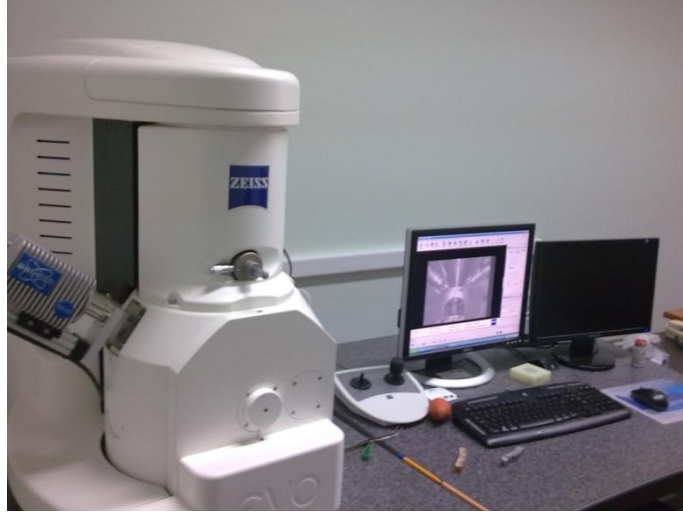


**Resim 16.** Zımparalama ve parlatma işlemleri sırasında kullanılan cihazlar

### 5.3.5. Örneklerin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Enerji Dağılımlı X-Işınları Spektroskopisi (SEM-EDX) ile İncelenmesi

Parlatılan örnekler KTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü araştırma laboratuvarında taramalı elektron mikroskobunda incelendi. Yapılan ölçümlerde yüzey morfolojisi SEM (Zeiss Evo LS 10) cihazı kullanılarak ve o bölgede bulunan silisyum (Si), Ag, Ca, karbon (C) ve F elementlerin kimyasal analizi, Enerji Dağılımlı X-Işınları Spektroskopisi ile (SEM-EDX) yapıldı (Resim 17).

Rezin dentin ara yüz morfolojisi SEM’de ve o bölgedeki Ag elementinin miktarı SEM-EDX’te belirlenmesi ile örnekler nanosızıntı açısından değerlendirildi.



**Resim 17.** İncelemenin yapıldığı SEM cihazı

#### 5.4. İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada kavite dezenfeksiyonu amacıyla kullanılan Corsodyl, Cervitec, Cervitec Plus ve Fluor Protector olmak üzere dört farklı ajanın ve FotoSan, Diyet ve Er,Cr:YSGG lazer olmak üzere 3 farklı sistemin *S. mutans* ve *L. acidophilus*'a karşı antibakteriyel etkinlikleri ayrıca kompomer restorasyonların mikrogerilim bağlanma dayanımlarına ve nanosızıntı değerlerine etkileri araştırıldı.

Tüm aşamaların istatistiksel değerlendirmesi Statistical Packages for Social Sciences [(SPSS) 15.0 Windows (SPSS Inc., Chicago, III, USA)] programı kullanılarak yapıldı.

Verilerin dağılımı Shapiro-Wilks testi ile değerlendirildi. Mikrogerilim bağlanma dayanımı testi verileri normal dağılırken diğer tüm verilerin normal dağılıma uymadığı görüldü. Mikrobiyolojik değerlendirmede non parametrik Kruskal Wallis testi ve çoklu karşılaştırma için kullanılan Mann-Whitney U ve Bonferroni testi ile değerlendirildi ( $p < 0.05$ ). Nanosızıntı testlerine ait veriler de aynı şekilde değerlendirildi. Mikrogerilim bağlanma dayanımı verileri normal dağılıma uyduğundan dolayı parametrik ANOVA testi uygulandı. Çoklu karşılaştırmalar için ise Tukey testi uygulandı.

## 6. BULGULAR

Çalışmanın bulguları; mikrobiyoloji, mikrogerilim bağlanma dayanımı ve nanosızıntı bulguları olmak üzere üç aşamada sunuldu.

### 6.1. Mikrobiyoloji Testlerine Ait Bulgular

Mikrobiyoloji aşamasında *S. mutans* ve *L. acidophilus* olmak üzere iki farklı mikroorganizmaya karşı test edilen ajan ve sistemlerin antibakteriyel etkinlikleri test edildi.

#### 6.1.1. *S. mutans*'a Ait Bulgular

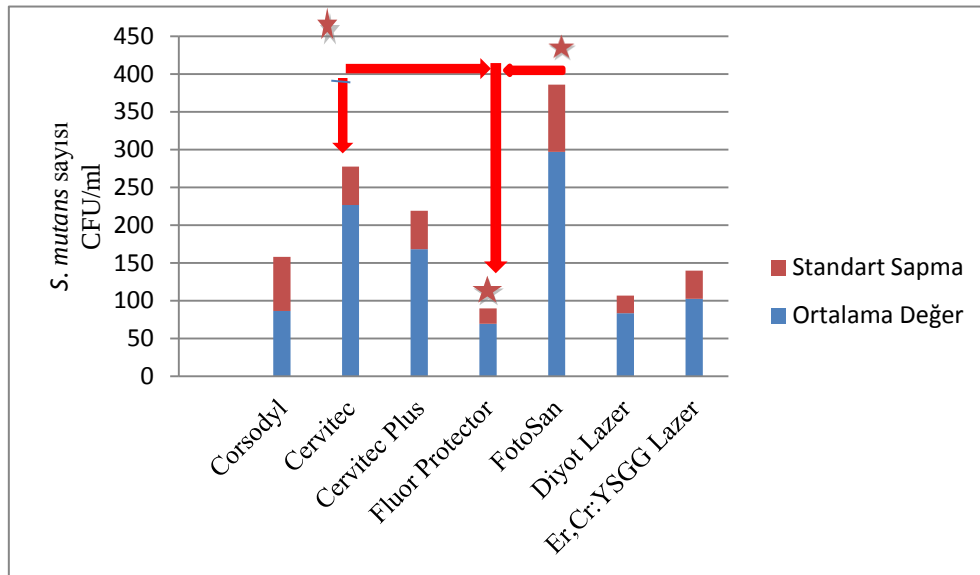
*S. mutans*'ın, %5 koyun kanlı besiyerinde sınırları düzensiz, buzlu cam görüntüsüne sahip sert yapılı koloniler oluşturduğu gözlemlendi (Resim 10). Tablo 16'da ortalama değer (Ort), standart sapma (Ss), en yüksek (Maks) ve en düşük (Min) değerler ve kontrol grubuyla karşılaştırmalarda elde edilen p değerleri gösterildi. Şekil 5'de ise ortalama değerler, standart sapmalar ve gruplar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterildi. Çalışmada kullanılan tüm ajan ve sistemlerin uygulandığı grupların kontrol grubu ile karşılaştırılmasında farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve tüm grupların antibakteriyel etkinlik gösterdiği saptandı ( $p < 0.001$ ). Yapılan gruplar arası çoklu karşılaştırmalarda FotoSan ile Fluor Protector grupları arasında ( $p = 0,016$ ) ve Cervitec ile Fluor Protector grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulguları ( $p = 0,008$ ).

**Tablo 16.** Çalışmada kullanılan ajan ve sistemlerin *S.mutans*'a karşı gösterdiği etkinlik değerleri

|                         | Ort                   | Ss       | Maks  | Min | Kontrol grubu ile karşılaştırma P değeri |
|-------------------------|-----------------------|----------|-------|-----|------------------------------------------|
| <b>Kontrol</b>          | 4594.75               | 4312.537 | 12600 | 430 | -----                                    |
| <b>Corsodyl</b>         | 86.33 <sup>a</sup>    | 71.361   | 225   | 0   | 0,000                                    |
| <b>Cervitec</b>         | 226.40 <sup>a,b</sup> | 50.941   | 456   | 2   | 0,000                                    |
| <b>Cervitec Plus</b>    | 168.18 <sup>a</sup>   | 50.705   | 560   | 0   | 0,000                                    |
| <b>Fluor Protector</b>  | 69.25 <sup>a</sup>    | 20.387   | 230   | 0   | 0,000                                    |
| <b>FotoSan</b>          | 296.73 <sup>a,b</sup> | 89.171   | 1023  | 0   | 0,000                                    |
| <b>Diyot Lazer</b>      | 83.20 <sup>a</sup>    | 23.185   | 220   | 0   | 0,000                                    |
| <b>Er,Cr:YSGG Lazer</b> | 102.25 <sup>a</sup>   | 37.276   | 410   | 0   | 0,000                                    |

<sup>a</sup>: Kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olan gruplar ( $p<0.001$ )

<sup>b</sup>: Fluor Protector grubundan istatistiksel olarak farklı olan gruplar ( $p<0.05$ )



**Şekil 5.** Diş kavite testinden sonra geriye kalan *S. mutans* sayıları (cfu/ml)

★ : İstatistiksel olarak farklı olan grupları belirtir ( $p<0,001$ )

### 6.1.2. *L. acidophilus*'a Ait Bulgular

*L. acidophilus*'un, MRS agarda beyaz, mat, 1-2 mm'den büyük, kubbeli-yüksek, besiyerine batık koloniler oluşturduğu gözlemlendi (Resim 11). Tablo 17'de Ort değer, Ss, Maks ve Min değerler ve kontrol grubuyla karşılaştırmalarda elde edilen p değerleri gösterildi. Şekil 6'da ise Ort değerler, Ss ve gruplar arasındaki istatistiksel farklılıklar gösterildi.

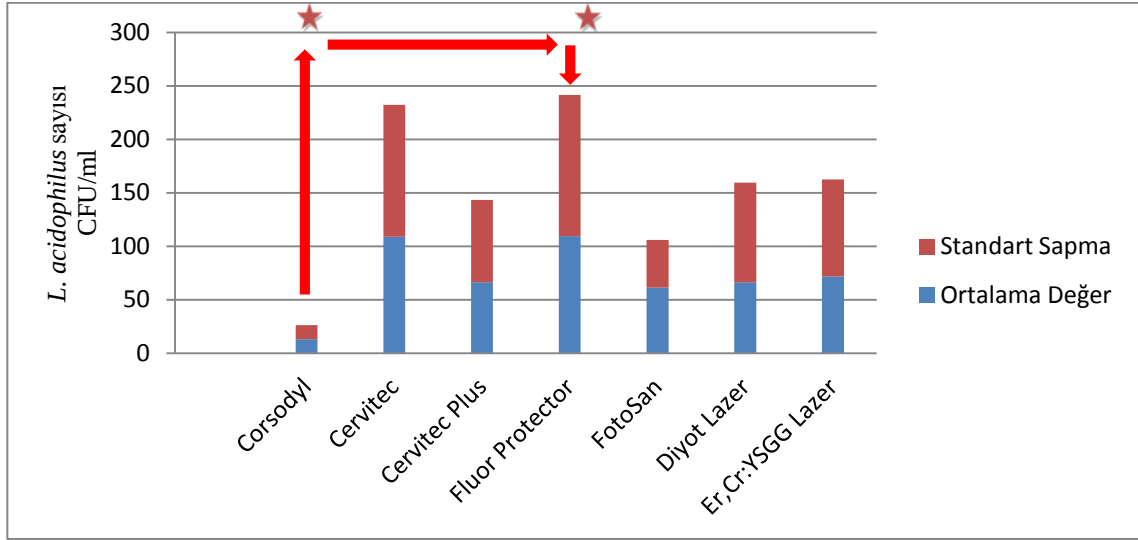
Çalışmada kullanılan tüm ajan ve sistemlerin uygulandığı grupların kontrol grubu ile karşılaştırılmasında farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve tüm grupların antibakteriyel etkinlik gösterdiği saptandı ( $p<0.01$ ). Yapılan gruplar arası çoklu karşılaştırmalarda Corsodyl'in antibakteriyel etkinliğinin Fluor Protector grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu saptandı ( $p=0.013$ ).

**Tablo 17.** Çalışmada kullanılan ajan ve sistemlerin *L. acidophilus*'a karşı gösterdiği etkinlik değerleri

|                          | Ort                   | Ss       | Maks | Min | Kontrol grubu ile<br>karşılaştırma<br>P değeri |
|--------------------------|-----------------------|----------|------|-----|------------------------------------------------|
| <b>Kontrol</b>           | 2424.00               | 1631.907 | 5000 | 80  | -----                                          |
| <b>Corsodyl</b>          | 13.00 <sup>a</sup>    | 13.375   | 40   | 0   | 0,000                                          |
| <b>Cervitec</b>          | 108.89 <sup>a</sup>   | 123.232  | 330  | 0   | 0,002                                          |
| <b>Cervitec Plus</b>     | 66.50 <sup>a</sup>    | 76.886   | 240  | 0   | 0,001                                          |
| <b>Fluor Protector</b>   | 109.44 <sup>a,b</sup> | 131.967  | 410  | 0   | 0,001                                          |
| <b>FotoSan</b>           | 61.40 <sup>a</sup>    | 44.493   | 130  | 0   | 0,000                                          |
| <b>Diyot Lazer</b>       | 66.36 <sup>a</sup>    | 92.981   | 320  | 0   | 0,000                                          |
| <b>Er, Cr:YSGG Lazer</b> | 71.82 <sup>a</sup>    | 90.561   | 300  | 0   | 0,000                                          |

<sup>a</sup>: Kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olan gruplar ( $p<0.01$ )

<sup>b</sup>: Corsodyl grubundan istatistiksel olarak farklı olan grup ( $p=0.013$ )



**Şekil 6.** Diş kavite testinden sonra geriye kalan *L. acidophilus* sayıları (cfu/ml)  
 ★: İstatistiksel olarak farklı olan grupları belirtir (p<0,001)

## 6.2. Mikrogerilim Bağlanma Kuvveti Testlerine Ait Bulgular

Tablo 18’de çalışmada kullanılan ajan ve sistemlerin kompomer restorasyonların mikrogerilim bağlanma kuvvetlerine etkisi; Ort değer, Ss, Maks ve Min değerler ve kontrol grubuyla karşılaştırmalarda elde edilen p değerleri ile gösterildi. Şekil 7’de ise ortalama değerler, standart sapmalar ve kontrol grubu ile istatistiksel olarak farklı gruplar gösterildi. İstatistiksel değerlendirmede gruplar arası farkın anlamlı olduğu bulundu (p<0.05). Kontrol grubunun bağlanma dayanımı ile FotoSan ve Diyet lazer gruplarının bağlanma dayanımları arasında fark saptanamadı (p>0.05). Kontrol grubunun mikrogerilim bağlanma dayanımı Corsodyl, Cervitec, Cervitec Plus ve Fluor Protector gruplarının bağlanma dayanımlarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu bulundu (p<0,05).

Er,Cr:YSGG lazer grubu ile Diyet lazer gruplarının mikrogerilim bağlanma dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p=0,898). Er,Cr:YSGG lazer grubunun mikrogerilim bağlanma dayanımlarının diğer tüm gruplardan yüksek olduğu bulundu (p<0.01). Diyet lazerin mikrogerilim bağlanma dayanımı ile kontrol grubunun mikrogerilim bağlanma dayanımı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanamadı (p=0,161). Diyet lazerin mikrogerilim bağlanma kuvvetlerinin diğer beş gruptan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu

saptandı ( $p<0.05$ ). FotoSan grubunun mikrogerilim bağlanma kuvveti Corsodyl ve Cervitec gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu bulguları ( $p<0.05$ ).

**Tablo 18.** Çalışmada kullanılan ajan ve sistemlerin kompomer restorasyonların mikrogerilim bağlanma kuvvetlerine etkisi

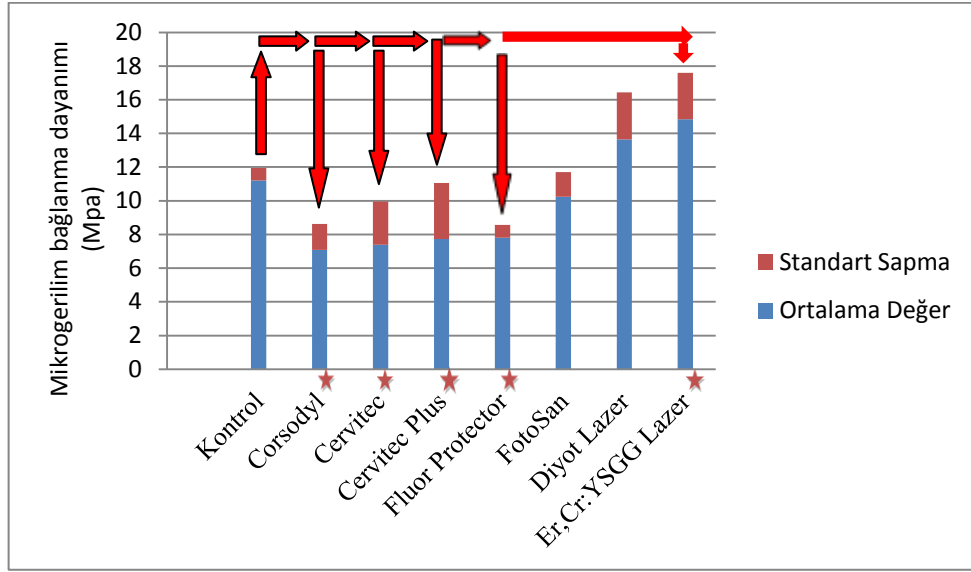
|                         | Ort (mpa)               | Ss   | Maks (mpa) | Min (mpa) | Kontrol grubu ile karşılaştırma p değeri |
|-------------------------|-------------------------|------|------------|-----------|------------------------------------------|
| <b>Kontrol</b>          | 11.21 <sup>b</sup>      | 0.75 | 12.30      | 10        | -----                                    |
| <b>Corsodyl</b>         | 7.08 <sup>a,b,c,d</sup> | 1.54 | 9.30       | 5.40      | 0,002                                    |
| <b>Cervitec</b>         | 7.39 <sup>a,b,c,d</sup> | 2.56 | 12.40      | 4.50      | 0,005                                    |
| <b>Cervitec Plus</b>    | 7.74 <sup>a,b,c</sup>   | 3.32 | 12.50      | 3.91      | 0,016                                    |
| <b>Fluor Protector</b>  | 7.81 <sup>a,b,c</sup>   | 0.76 | 9.10       | 6.70      | 0,020                                    |
| <b>FotoSan</b>          | 10.24 <sup>b,c</sup>    | 1.46 | 12.20      | 8.00      | 0,975                                    |
| <b>Diyot Lazer</b>      | 13.65                   | 2.79 | 18.60      | 10.20     | 0,218                                    |
| <b>Er,Cr:YSGG Lazer</b> | 14.85 <sup>a</sup>      | 2.75 | 18.79      | 9.20      | 0,009                                    |

<sup>a</sup>: Kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olan gruplar ( $p<0.01$ )

<sup>b</sup>: Er,Cr:YSGG lazer grubundan istatistiksel olarak farklı olan gruplar ( $p<0.01$ )

<sup>c</sup>: Diyet lazer grubundan istatistiksel olarak farklı olan gruplar ( $p<0.05$ )

<sup>d</sup>: FotoSan grubundan istatistiksel olarak farklı olan gruplar ( $p<0.05$ )



**Şekil 7.** Kavite dezenfeksiyonu sonrasında kompomer restorasyonların mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri  
 ★ : Kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olan grupları belirtir (p<0,001)

Gruplara ait kırılma tipleri yüzdeleri Tablo 19’da görülmektedir.

**Tablo 19.** Gruplara ait kırılma tipleri yüzdeleri

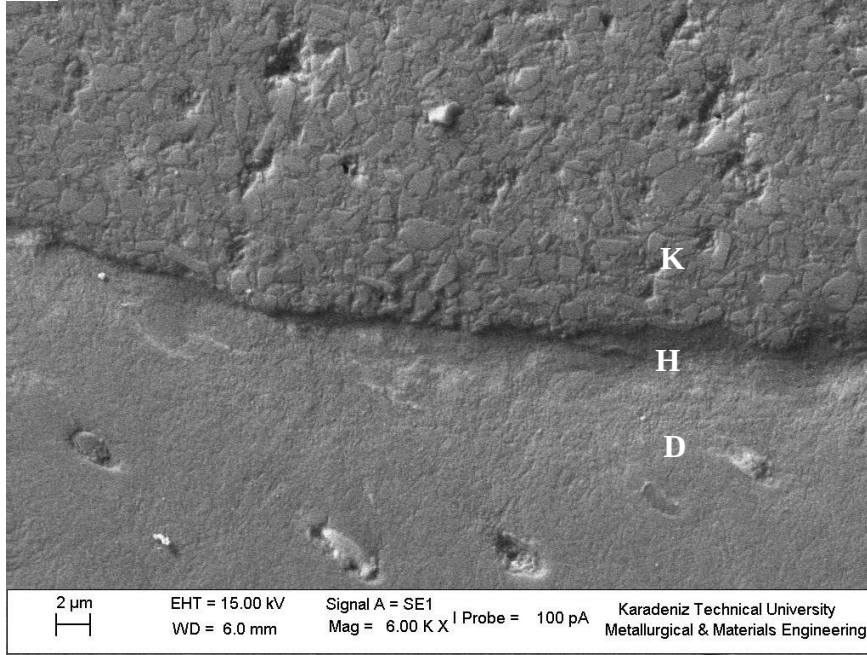
| Gruplar                 | Tip I<br>% | Tip II<br>% | Tip III<br>% | Tip IV<br>% |
|-------------------------|------------|-------------|--------------|-------------|
| <b>Kontrol</b>          | 26.6       | 20.0        | -            | 53.4        |
| <b>Corsodyl</b>         | 80         | 10          | -            | 10          |
| <b>Cervitec</b>         | 66.6       | 16.2        | -            | 16.2        |
| <b>Cervitec Plus</b>    | 70         | 10          | -            | 20          |
| <b>Fluor Protector</b>  | 60         | 30          | -            | 10          |
| <b>FotoSan</b>          | 30         | 20          | -            | 50          |
| <b>Diyot Lazer</b>      | 30         | 30          | -            | 40          |
| <b>Er,Cr:YSGG Lazer</b> | 20         | 40          | -            | 40          |

- Tip I: Dentin materyal arasında adeziv kırılma,
- Tip II: Kısmi adeziv ve kısmi koheziv kırılma,
- Tip III: Dentin içinde koheziv kırılma,
- Tip IV: Materyal içinde koheziv kırılma (2)

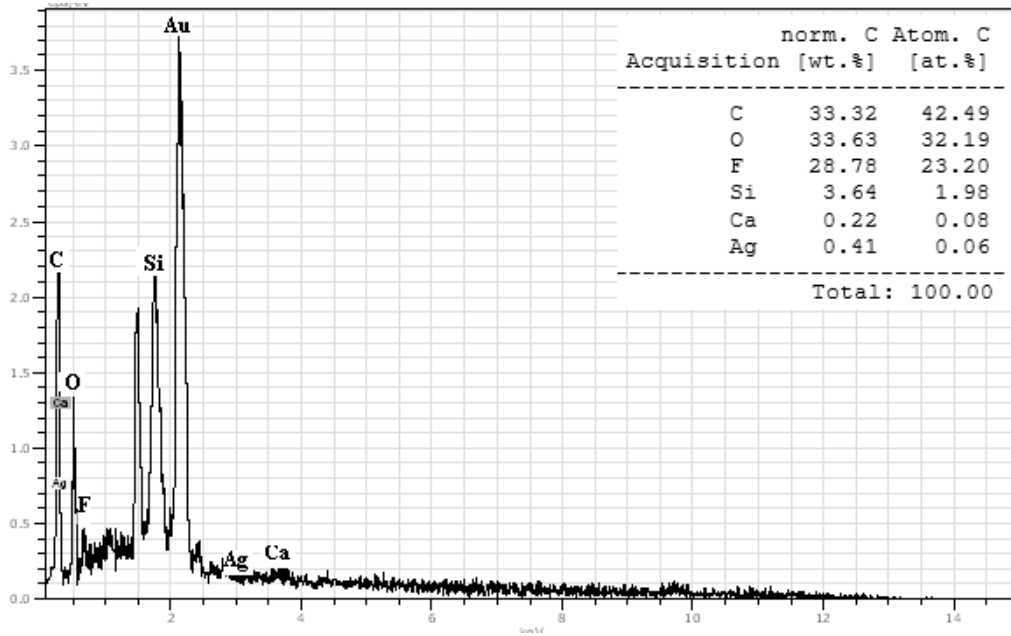
### **6.3. Nanosızıntı Testlerine Ait Bulgular**

Gruplara ait SEM görüntüleri ve EDX analizi bulguları Resim 18, 19, 20, 21, 22, 22, 24 ve 25’de görölmektedir.

a)

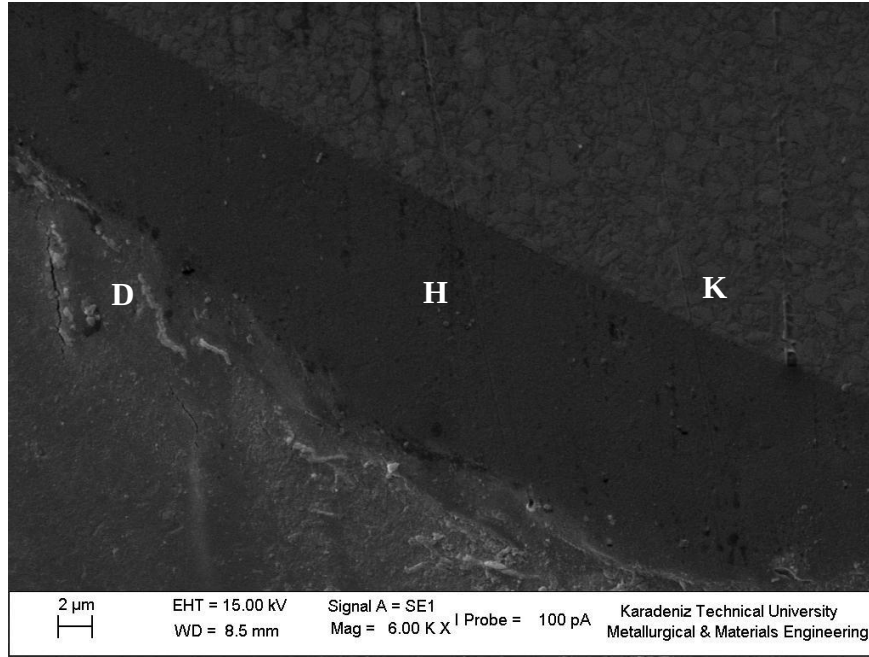


b)

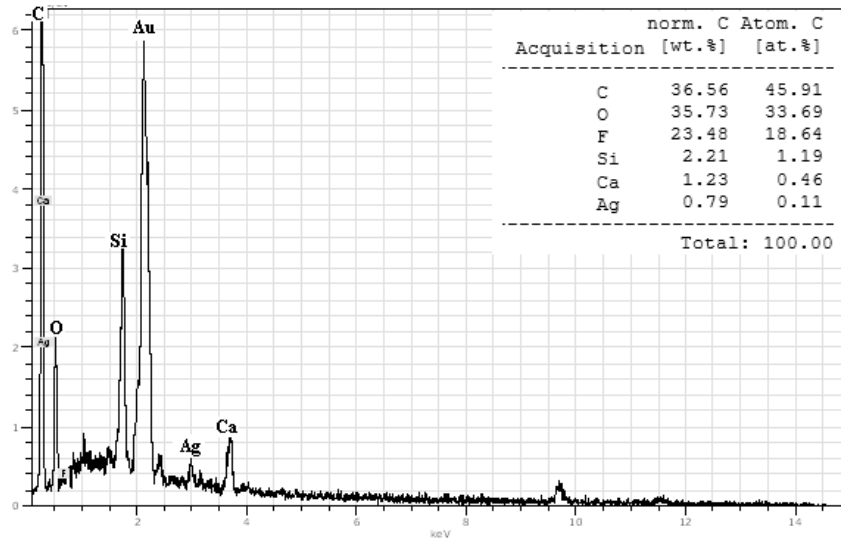


**Resim 18.** Kontrol grubuna ait SEM görüntüleri; a) K: Kompomer, H: Hibrit tabakası, D: Dentin (6000x), b) EDX analiz sonuçları

a)

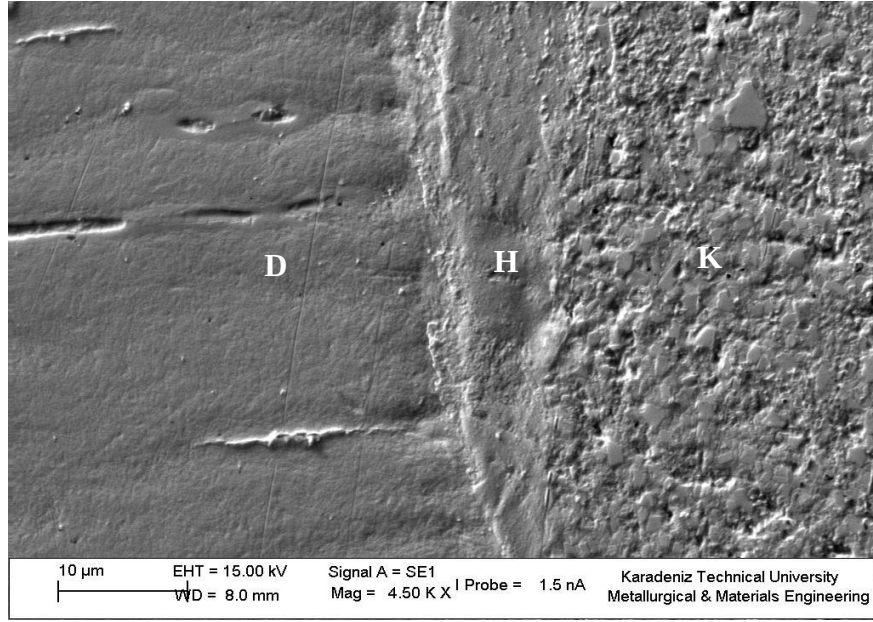


b)

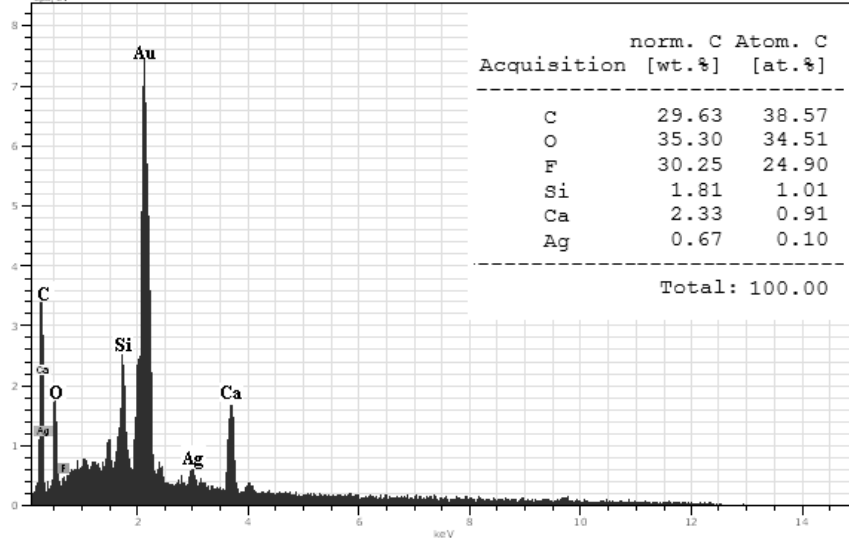


**Resim 19.** Corsodyl grubuna ait SEM görüntüleri; a) D: Dentin, H: Hibrit tabakası, K: Kompomer (6000x), b) EDX analiz sonuçları

a)

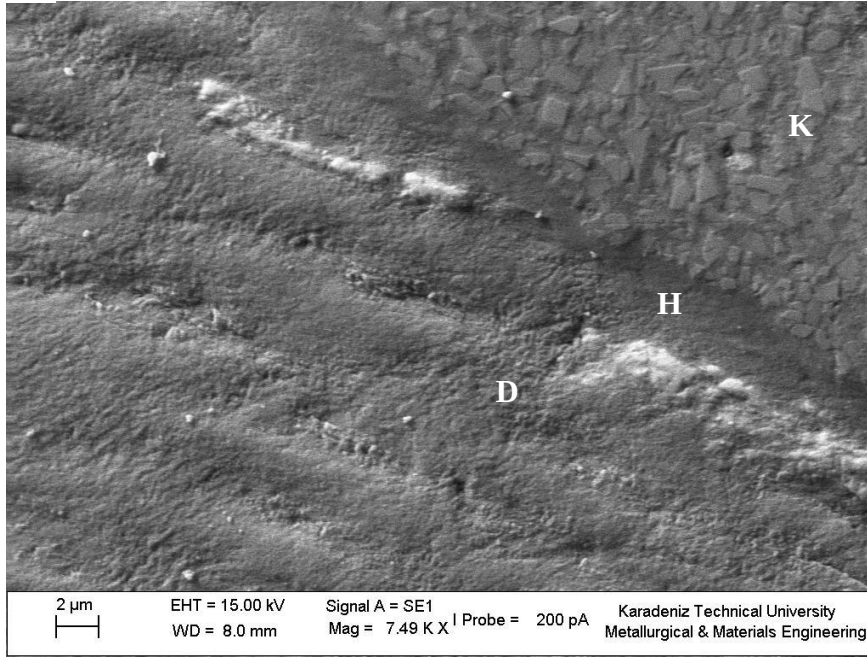


b)

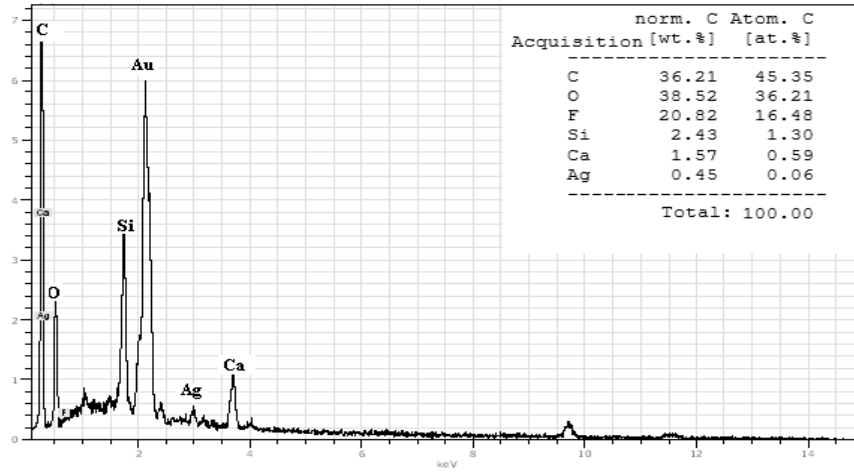


**Resim 20.** Cervitec grubuna ait SEM görüntüleri; a) D: Dentin, H: Hibrit tabakası, K: Kompomer (6000x), b) EDX analiz sonuçları

a)

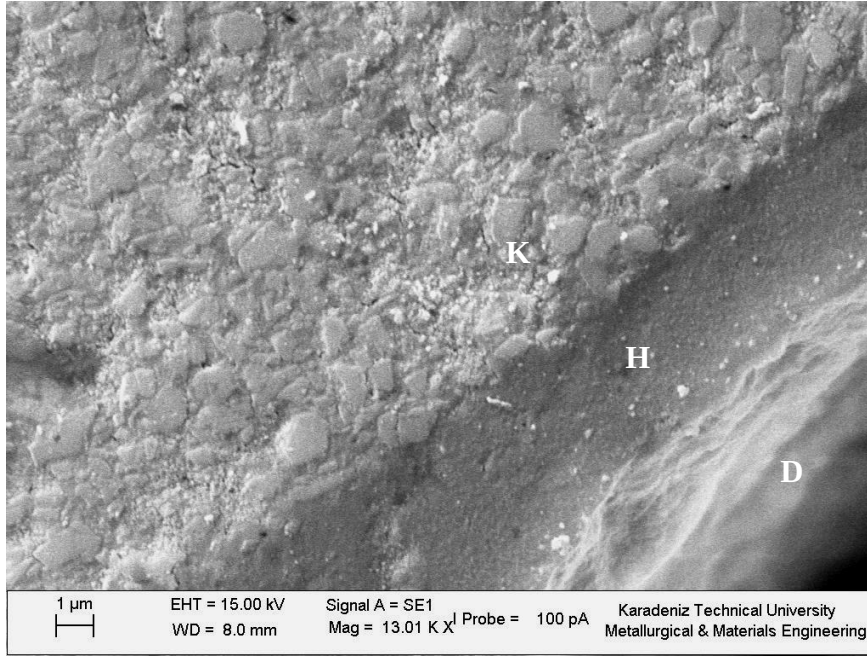


b)

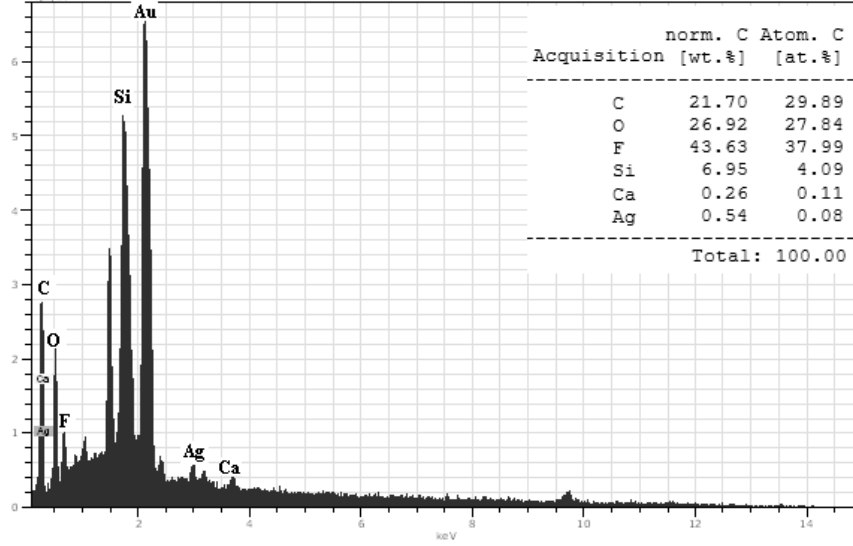


**Resim 21.** Cervitec Plus grubuna ait SEM görüntüleri; a) D: Dentin, H: Hibrit tabakası, K: Kompomer (7500x), b) EDX analiz sonuçları

a)

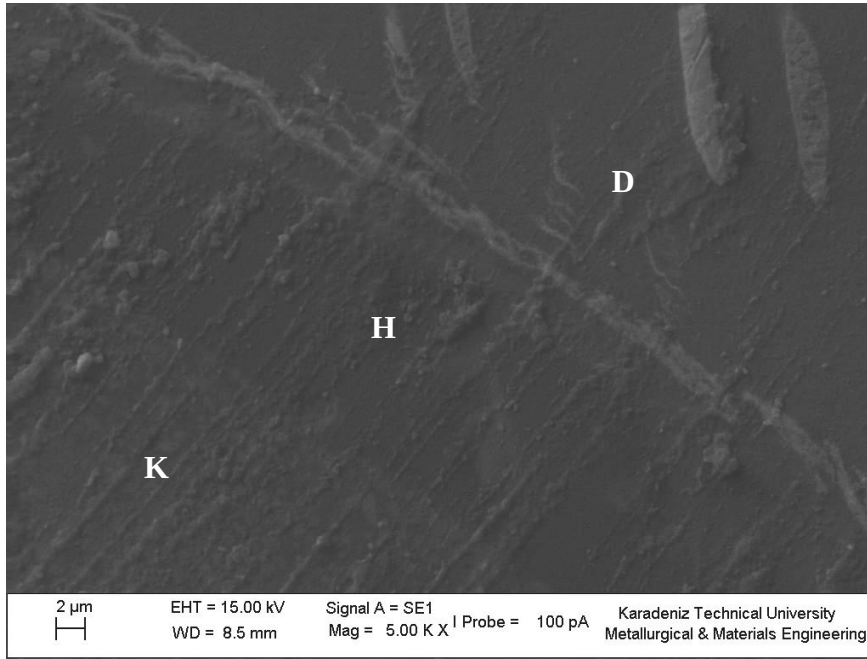


b)

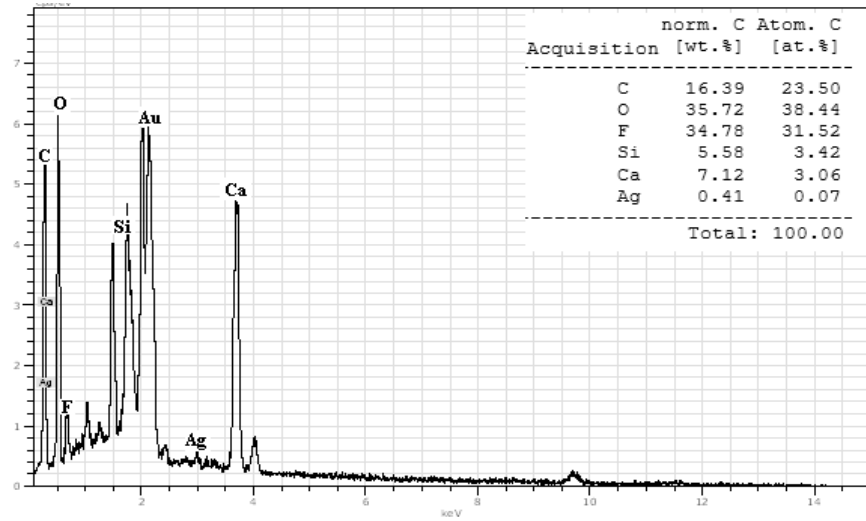


**Resim 22.** Flour Protector grubuna ait SEM görüntüleri; a) D: Dentin, H: Hibrit tabakası, K: Kompomer (13000x), b) EDX analiz sonuçları

a)

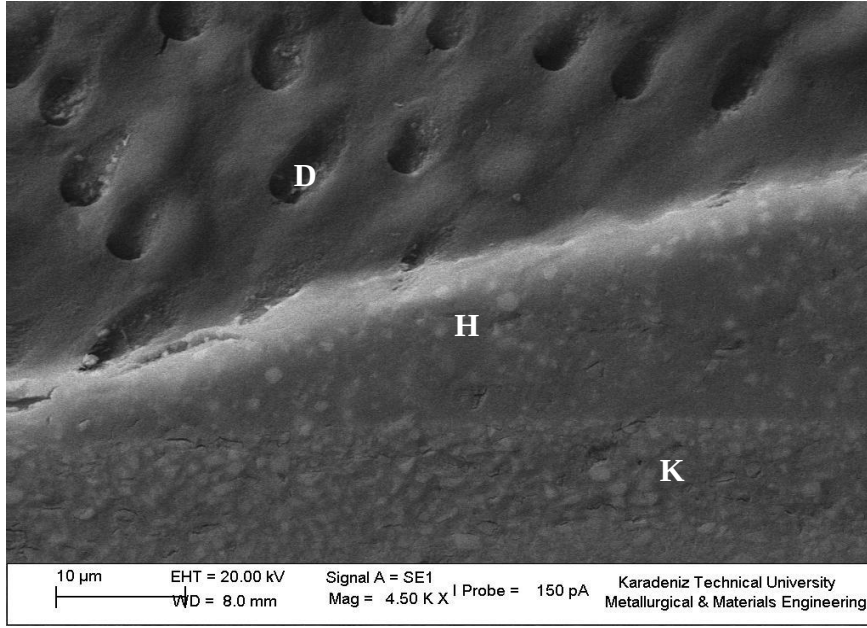


b)

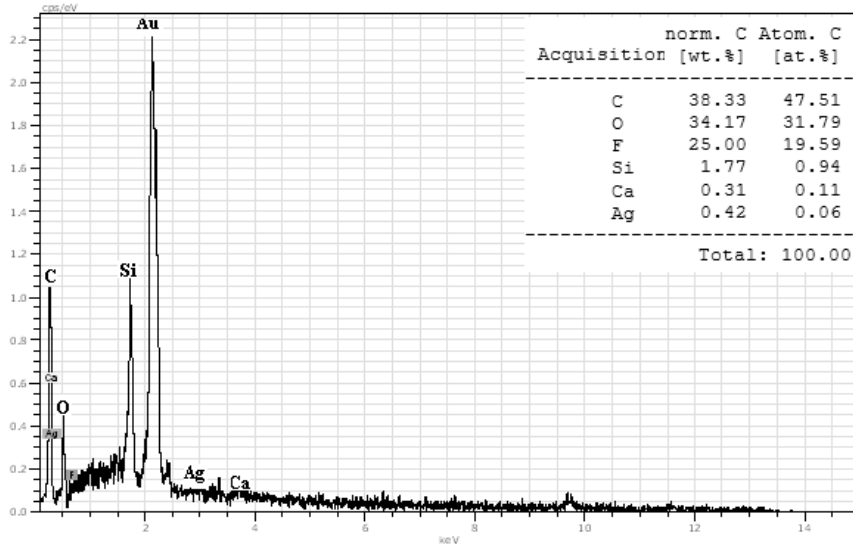


**Resim 23.** FotoSan grubuna ait SEM görüntüleri; a) K: Kompomer, H: Hibrit tabakası, D: Dentin (5000x), b) EDX analiz sonuçları

a)

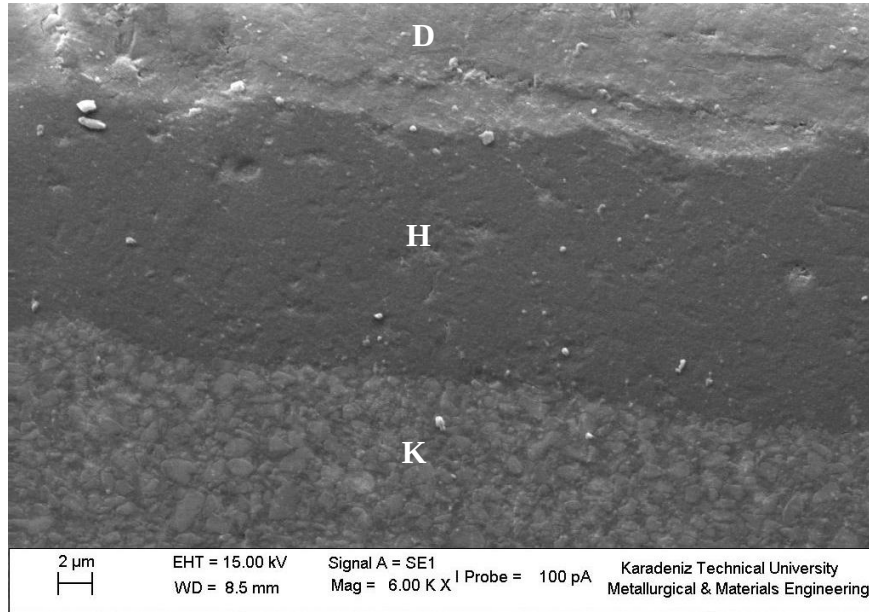


b)

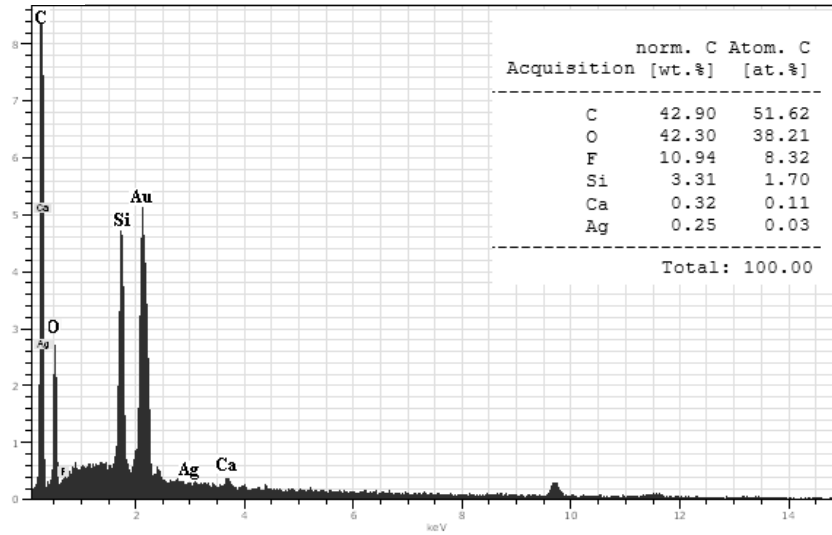


**Resim 24.** Diyet Lazer grubuna ait SEM görüntüleri; a) D: Dentin, H: Hibrit tabakası, K: Kompomer (4500x), b) EDX analiz sonuçları

a)



b)



**Resim 25.** Er,Cr:YSGG lazere ait SEM görüntüleri; a) D: Dentin, H: Hibrit tabakası, K: Kompomer (6000x), b) EDX analiz sonuçları

Tablo 20’de çalışmada kullanılan ajan ve sistemlerin kompomer restorasyonların nanosızıntı değerlerine etkisi; Ort değer, Ss, Maks ve Min değerler ve kontrol grubuyla karşılaştırmalarda elde edilen p değerleri ile gösterildi. Şekil 6’de ise Ort değerler, Ss ve kontrol grubu ile istatistiksel olarak farklı olan gruplar gösterildi. İstatistiksel değerlendirmede gruplar arası fark anlamlı bulgulandı ( $p<0.05$ ). Yapılan çoklu karşılaştırmalarda Corsodyl ( $p<0,01$ ) ve Cervitec ( $p<0,001$ ) gruplarının istatistiksel olarak kontrol grubundan anlamlı derecede daha fazla sızıntı gösterirken Er,Cr:YSGG lazer grubunun kontrol grubundan daha az sızıntı gösterdiği saptandı ( $p<0.001$ ). Corsodyl grubunun sızıntı değerlerinin ile tüm grupların sızıntı değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu saptandı ( $p<0,01$ ). Er,Cr:YSGG lazer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az sızıntı gösterdiği belirlendi ( $p<0,01$ ). FotoSan grubunun ise sızıntı değerlerinin Cervitec grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az olduğu saptandı ( $p=0,001$ ).

**Tablo 20.** Çalışmada kullanılan ajan ve sistemlerin kompomer restorasyonların nanosızıntı değerlerine etkisi

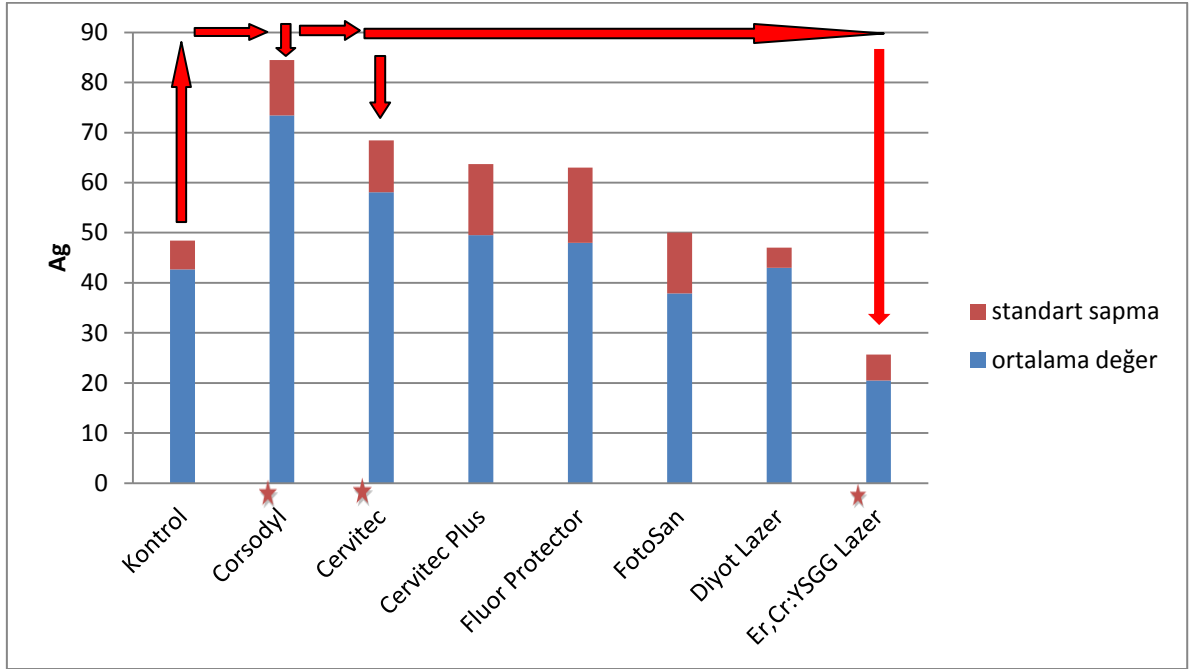
| Grup                    | Ort %                   | Ss    | Maks % | Min % | Kontrol grubu ile karşılaştırma p değeri |
|-------------------------|-------------------------|-------|--------|-------|------------------------------------------|
| <b>Kontrol</b>          | 42.7 <sup>b,c</sup>     | 5.75  | 53     | 35    | -----                                    |
| <b>Corsodyl</b>         | 73.4 <sup>a,c</sup>     | 11.06 | 80     | 45    | 0,000                                    |
| <b>Cervitec</b>         | 58.1 <sup>a,b,c,d</sup> | 10.35 | 67     | 42    | 0,001                                    |
| <b>Cervitec Plus</b>    | 49.5 <sup>b,c</sup>     | 14.21 | 67     | 29    | 0,126                                    |
| <b>Fluor Protector</b>  | 48.0 <sup>b,c</sup>     | 15.01 | 67     | 22    | 0,286                                    |
| <b>FotoSan</b>          | 37.9 <sup>b,c</sup>     | 12.14 | 54     | 21    | 0,692                                    |
| <b>Diyot Lazer</b>      | 43.0 <sup>b,c</sup>     | 4.05  | 53     | 39    | 0,378                                    |
| <b>Er,Cr:YSGG Lazer</b> | 20.5 <sup>a,b</sup>     | 5.19  | 26     | 15    | 0,000                                    |

<sup>a</sup>: Kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olan gruplar ( $p<0.01$ )

<sup>b</sup>: Corsodyl grubundan istatistiksel olarak farklı olan gruplar ( $p<0.01$ )

<sup>c</sup>: Er,Cr:YSGG grubundan istatistiksel olarak farklı olan gruplar ( $p<0.01$ )

<sup>d</sup>: FotoSan grubundan istatistiksel olarak farklı olan grup ( $p=0,001$ )



**Şekil 8.** Kavite dezenfeksiyonu sonrasında kompomer restorasyonların nanosızıntı değerleri

★ : Kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olan grupları belirtir ( $p<0,001$ ).

## 7. TARTIŞMA

Son dönemde estetik kaygıların artması neticesinde rezin esaslı materyallerin kullanımının yaygınlaşmasıyla diş dokularının korunmasına yönelik koruyucu kavite preperasyonu teknikleri gündeme gelmiştir. Dişhekimliğindeki gelişmelere paralel olarak pedodonti kliniklerinde kompomer hem fiziksel hem de estetik özelliklerinin tatmin edici düzeyde olması nedeniyle sık kullanılan materyaller arasında yerini almıştır. Kompomerlerin sık kullanılan materyaller arasına girmesiyle süt dişlerinde de koruyucu teknikler gündeme gelmiştir. Dentin dokusunun rengine ve sertliğine bakılarak çürüğün uzaklaştırılmasına karar verilen bu yöntem görsel ve dokunma duyularına dayanması nedeniyle subjektif veriler sunmaktadır ve diş dokularının içinde yer alan bakterileri uzaklaştırmakta yetersizdir. Bu nedenle objektif veriler sunan çürük indikatörleri önerilmektedir fakat çürük indikatörleri kullanılarak hazırlanan kavitelerin dahi %15-40'ında bakteri varlığı tespit edilmiştir (3, 68). Rezidüel mikroorganizmaların neden olduğu postoperatif hassasiyet, ikincil çürük ve pulpal enflamasyonu önlemek amacıyla kavitelerin dezenfeksiyonu önerilmektedir (5-8). Bu gelişmeler doğrultusunda araştırmacılar mikroorganizma eliminasyonunda başarılı ve restorasyonların fiziksel özelliklerine hasar vermeyen kavite dezenfeksiyonu yöntemi arayışına girmişlerdir.

Kavite dezenfeksiyonunda bakteri eliminasyonunun değerlendirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Sık kullanılan yöntemler arasında agar difüzyon testleri yer almaktadır. Agar difüzyon tekniği; etkinliğinin araştırıldığı mikroorganizmanın inokule edildiği sabit kalınlıktaki agar üzerinde test edilen materyalin uygulanması ve bu materyalin oluşturduğu inhibisyon zon çapının ölçülmesiyle gerçekleştirilir. Agar difüzyon tekniği direkt veya indirekt yöntem olmak üzere iki farklı şekilde yapılmaktadır. Çukur agar yöntemi (Agar well technique) olarak adlandırılan direkt yöntemde agar üzerinde çukurcuklar oluşturularak test edilecek materyaller bu çukurcuklara yerleştirilerek oluşturdukları inhibisyon zonları ölçülür. Disk difüzyon yöntemi olarak adlandırılan indirekt yöntemde ise test edilecek materyaller kağıt veya mine dentin disklerine emdirilerek agar üzerinde oluşturulan çukurcuklara yerleştirilmesiyle oluşturduğu inhibisyon zonları ölçülür. Agar difüzyon teknikleri ile yapılan araştırmalar incelendiğinde substrat pH'sının, dentin diski kalınlığının, test

materyalinin difüzyon kapasitesinin ve inkübasyon süresinin araştırmaların sonuçlarını etkileyebileceği görülmüştür (195).

Meiers ve Miller (196) dentin bonding sistemlerinin, rezin-modifiye cam iyonomerlerin ve kompomerlerin antibakteriyel özelliklerini agar difüzyon testleri ile inceledikleri çalışmalarının sonucunda test edilen materyallerin etkinliğinin bakteriostatik ya da bakterisidal olduğunun belirlenmesinin bu yöntemlerle güç olduğunu, bu nedenle çevresel şartları daha iyi yansıtan ve dentini substrat olarak kullanan yeni deneysel düzeneklerin oluşturulmasının gerekliliğini belirtmişlerdir.

Bu bilgiler ışığında Ohmori ve ark (197) ‘sığır diş modeli’ni (Bovine tooth model) geliştirmişlerdir. Bu yöntemde; sığır dişlerinin labial yüzlerine kavitelerin açılıp, mikroorganizma içeren süspansiyonlar ile enfekte edilmesi ile dentin substratı oluşturulur. Test edilecek olan materyaller mikroorganizmaların inokule olduğu bu kavitelere uygulanarak geçici restorasyon materyalleri ile örtülenir. Bir hafta boyunca 37°C’de %100 nemli ortamda bekletilen dişlerin kavitelerinden alınan dentin talaşları inokule edilen mikroorganizmaya uygun besiyerine ekilerek canlı bakteri sayımı yapılır.

Özer ve ark (193) bu yöntemi modifiye ederek ‘Diş kavite modeli’ni geliştirmişlerdir. Bu yöntemde sığır diş modeli’nden farklı olarak insan molar dişleri kullanılmış ve inkübasyon süresi 72 saat ile sınırlandırılmıştır. Teke ve ark (198) ise bu yöntemi süt dişlerinde uygulamışlardır.

Çeşitli antibakteriyel ajan ve sistemlerin kavite dezenfeksiyonunda etkinliklerinin araştırıldığı bu çalışmada klinik şartları daha iyi taklit eden Ohmori ve ark (197) tarafından geliştirilmiş sığır dişi modeli kullanılmıştır.

Çalışmada sığır dişinin tercih edilmesinin sebebi sekiz farklı grubun bulunması ve bu gruplara ait kavitelerin birbirlerini enfekte etmemeleri için aralarındaki mesafenin en az 3-4 mm olmasının gerekliliğidir. Sığır dişleri hacim olarak insan daimi ve süt dişlerinden daha büyük olmaları sebebiyle kavitelerin yerleştirilebilmesi için yeterli alanı sağlamıştır. Ayrıca insan ve sığır dişlerinin taramalı elektron mikroskobu ile incelendiği bir çalışmada insan süt ve daimi ve sığır dişlerinin kronal dentin dokularındaki dentin tübül sayısı ve çapları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir (199). İn vitro çalışmalarda sığır dişlerinin insan dişlerinin

yerine kullanılabileceğini ve sığır dişlerinin mine dentin yapısının insan dişlerinininkine benzerlik gösterdiğini belirten pek çok çalışma bulunmaktadır (199, 200).

Çalışmada farklı antibakteriyel ajan ve sistemlerin *S. mutans* ve *L. acidophilus*'a karşı antibakteriyel etkinlikleri araştırılmıştır. Bu iki mikroorganizmanın seçilmesinin nedenleri diş çürüğünden en sık izole edilen mikroorganizmalar olmaları ve diş çürüğünün etkenleri arasında yer almalarıdır. Özellikle Mutans streptokokları diş çürüğünden sorumlu olan asıl bakteriler olarak görülmektedir. *S. mutans*'ın çürük gelişimini hızlandırdığını gösteren çalışmalar mevcuttur (201). Laktobasiller ise kompleks asit fermentasyonları ile karbonhidratları başta laktik asit olmak üzere kuvvetli asitlere dönüştürerek diş çürüğünü oluşturabilirler (202).

Çalışmada antibakteriyel özellikleri bilinen klorheksidin içerikli Corsodyl, klorheksidin ve florid içerikli Cervitec jel, klorheksidin ve timol içerikli Cervitec plus, florid içerikli Fluor Protector, ışıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemi FotoSan ve Diyo ve Er,Cr:YSGG lazerlerin *S. mutans* ve *L. acidophilus*'a karşı antibakteriyel etkinlikleri araştırıldı.

Oral mikroorganizmalar üzerinde günümüze kadar en fazla araştırılan ve altın standart olarak kabul edilen ajan klorheksidindir (203). Klorheksidin'in etki mekanizması; kuvvetli katyonik özelliğine dayanır. Pozitif yüklü olması nedeniyle negatif yüklü bakteri hücre duvarına, bakteriyel ekstraselüler polisakkaritlere ve hidroksiapatitlerdeki fosfat gruplarına afinite gösterir (72). Bakterileri hücre membran yapısını bozarak ve hücre içersinin presipitasyonunu sağlamasıyla elimine eder (204). Klorheksidin içerikli materyaller kavite dezenfeksiyonunda siman yerleştirilmeden veya yapıştırma işlemlerinden önce önerilmektedir (6).

Farklı konsantrasyonlarda klorheksidin jellerin (%0.12, %0.2, %1 ve %2) *S. mutans*'a karşı antibakteriyel etkinliklerinin karşılaştırıldığı Lessa ve ark (205) çalışmasında klorheksidin'in antibakteriyel etkinliğinin dozun artmasıyla istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı rapor edilmiştir. Aynı araştırmacıların aynı konsantrasyonlardaki klorheksidin jellerin sitotoksik etkilerini değerlendirdikleri araştırmalarında ise %2'lik klorheksidin jelin en fazla sitotoksik etki gösterdiği görülmüştür (206). Bu bilgiler doğrultusunda sitotoksik etkinin düşük olması adına düşük dozlu klorheksidin jellerinin kullanılması önerilebilir.

Totu ve ark (207) çalışmalarında ise %2 oranında klorheksidin içeren Consepsis, %0.1 oranında benzalkolyim klorür içeren Tubulicid Blue olmak üzere iki farklı kavite dezenfektanının ve antibakteriyel etkinliği bilinen Clearfil Protect Bond ve Prime Bond NT olmak üzere iki farklı dentin bağlayıcı sistemin *S. mutans*, *L. acidophilus* ve *C. albicans*'a karşı antibakteriyel etkinliği sıgır dişi metoduyla değerlendirmişlerdir. Prime Bond NT hariç tüm test edilen materyallerin üç mikroorganizma üzerinde istatistiksel olarak anlamlı antibakteriyel etkinlik gösterdiği bulgulanmıştır ( $p<0.05$ ).

Klorheksidinin fiziksel ve antibakteriyel özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla farklı maddelerle kombine edilmesi gündeme gelmiştir. Cervitec plus %1'lik klorheksidinin diasetatin timol ile birleşiminden, Cervitec jel ise %0.2'lik klorheksidin diglukonatin sodyum florür ile birleşiminden oluşan ve çalışmamızda kullanılan formülasyonlardır. Cervitec Plus'un içeriğinde bulunan timol fenolden 20 kat daha etkili polifenol bileşiğidir. Hücre zarının geçirgenliğini değiştirerek bakterinin pH ve inorganik iyon dengesini bozmasıyla antibakteriyel özelliğini gösterir. Antibakteriyel ve antifungaldir (208). Fluoridler ise bakterilerin karbonhidrat metabolizmalarına etki ederek antibakteriyel etki gösterirler (97). Bu materyaller günümüzde dentin hassasiyetinin giderilmesi, mikrobiyal biofilmlerin kontrol altına alınması, ortodontik tedavi sonrası oluşan beyaz lezyonların önlenmesi gibi dişhekimliğinin pek çok dalında kullanılmaktadır (209-211).

Baygin ve ark (211) sabit ortodontik tedavi gören hastalarda Cervitec jel, Cervitec Plus ve Fluor Protector uygulamalarının Mutans streptokok ve Laktobasil seviyeleri üzerine etkilerini Caries Risk Test kitleri ile değerlendirmişlerdir. Cervitec jelin tek başına ve Cervitec plus ile birlikte kullanımında Mutans streptokok seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüşler gözlenirken, laktobasil sayılarında düşüşler gözlenmiş fakat istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p<0.017$ ). Antibakteriyel özelliği bilinen Fluor Protector kullanılan grupta ise mikroorganizma sayılarında düşüşler gözlenmemiştir. Bu durum ortodontik hastalarda braketlerin yerleştirilmesiyle birlikte plak birikimindeki şiddetli artış ile açıklanmıştır.

Subramaniam ve ark (212) çalışmalarında Tooth Mousse Plus ve Cervitec jelin *S. mutans*' a karşı antibakteriyel etkilerini in vivo koşullarda değerlendirilmiştir. Yaşları 13-18 arasında değişen, DMFT indeksi 3 ve üzerinde olan, daimi dişlenmedeki 30

çocuk çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmanın birinci gününde kahvaltıdan 30 dakika sonra tüm çocukların birinci alt daimi azı dişinin bukkalinden plak örnekleri alınmıştır. Örnekler MSA agara ekilerek cfu/ml olarak *S. mutans* sayımı yapılmıştır. Çocukların yarısı 15 gün boyunca Tooth Mousse Plus ile dişlerini fırçalarken diğer yarısı Cervitec jel ile dişlerini fırçalamıştır. Plak örnekleri yine aynı yöntemle 16. günde alınmış ve *S. mutans* sayımı gerçekleştirilmiştir. Her iki grupta da ilk alınan plak örneklerine göre istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasına rağmen iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p<0.001$ ).

Klorheksidin içerikli Corsodyl ve Cervitec jel, aloe vera içerikli Forever Bright, hiyaluranik asit içerikli Gengigel ve fosforik asitin *S. mutans*'a karşı antibakteriyel etkinliğinin disk difüzyon yöntemi ile değerlendirildiği Tüzüner ve ark (98) çalışmalarında tüm jeller *S. mutans*'a karşı antibakteriyel etkinlik göstermiştir. Klorheksidin içerikli Corsodyl ve Cervitec jel ise istatistiksel olarak anlamlı daha fazla etkinlik göstermiştir.

Şengün ve ark (209) çukur agar tekniğini kullanarak hassasiyet giderici bazı materyallerin antibakteriyel etkinliğini değerlendirmişlerdir. Benzalkolyum klorür içerikli Health-Dent Desensitiser, glutraldehit içerikli Gluma Desensitiser, iki farklı florid verniği Fluoline ve Biflorid 12, dentin bonding ajanı Single Bond ve klorheksidin-timol içerikli Cervitec Plus'ın kullanıldığı çalışmada *S. mutans*, *S. salivarius*, *S. aureus*, *S. faecalis* ve *L. acidophilus*'a karşı antibakteriyel etkinlik değerlendirilmiştir. Tüm bakterilerde en geniş inhibisyon çaplarını Cervitec Plus ve Health-Dent Desensitiser oluşturmuştur.

Çalışmamızda kullanılan klorheksidin içeren ajanlar; %1 klorheksin diglukonat içeren Corsodyl jel, %0.2 klorheksidin diglukonat ve 900 ppm florid içeren Cervitec jel ve %1 klorheksidin diasetat ve %1 timol içeren Cervitec Plus vernikdir. Her üç ajanda *S. mutans* ve *L. acidophilus*'a karşı istatistiksel olarak anlamlı antibakteriyel etki göstermiştir ( $p<0.001$ ). Fakat çalışmamızda yer alan bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanamamıştır ( $p>0.05$ ). Klorheksidin içeren gruplarda gözlenen antibakteriyel etkinlik yapılan diğer çalışmalar ile uyum göstermektedir. Cervitec jelin Corsodyl jel ve Cervitec plus ile içeriğinde daha düşük klorheksidin olmasına rağmen benzer antibakteriyel etki göstermesi içeriğindeki florid ile açıklanabilir. Bu durum

Tüzüner ve ark (98) çalışması ile uyum göstermektedir. Cervitec Plus'un Corsodyl jel ile aynı oranda klorheksidin içermesi fakat içeriğinde antibakteriyel olduğu bilinen %1 oranında timol de bulunmasına rağmen Corsodyl ile benzer etki göstermesi verniklerin jellere göre daha uzun süreli salım yapmalarına (213) ve Corsodyl'in klorheksidin diglukonat, Cervitec Plus'un klorheksidin diasetat içermelerine bağlanabilir. Cervitec jelin ise %0.2 oranında klorheksidin içermesine rağmen Corsodyl ve Cervitec Plus'a benzer etkinlik göstermesi içeriğindeki florid ile açıklanabilir.

Florid pediatrik dişhekimliğinde sıklıkla kullanılan en etkin çürük önleyici ajandır. Florid çürük önleyici özelliğini dişi, dental plağı ve oral mikroorganizmaları etkileyerek gösterir. Oral mikroorganizmaları enolaz, fosfotaz, ATPaz, pirofosfotaz gibi çeşitli enzimlerini inhibe ederek etkiler. Yüksek oranda floridin bakteriler üzerine sitotoksik ve antimetabolizan etkisi gösterilmiştir (214). Floridin *S. mutans*'a karşı antibakteriyel etkinliği de karbonhidrat metabolizmasını inhibe etmesi ile oluşur (215). Floridin antibakteriyel etkinliğini inceleyen az sayıda makale bulunmaktadır.

Pandit ve ark (216) çalışmalarında 2, 10, 50 ve 125 ppm Sodyum Florür (NaF)'ün *S. mutans*'ın virülans faktörlerine ve biofilmdeki kompozisyonuna etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre düşük konsantrasyonlu NaF dahi *S. mutans*'ın virülans faktörlerini biofilmdeki yoğunluğunu etkilemektedir.

Bradshaw ve ark (217) 10 ppm NaF çoklu bakterilerle oluşturulmuş biofilmlerde *S. mutans*'a karşı antibakteriyel etkisini göstermişlerdir. Antibakteriyel etki bakterinin kritik metabolik döngülerinin inhibe edilmesi ve biofilmin içindeki çevresel asidifikasyonun düşmesi ile açıklanmıştır.

Steinberg ve ark (218) amin florür ve amin florür ile birlikte kalay florürün birlikte kullanıldığı iki farklı florid verniğinin antibakteriyel özelliklerini ve bakterilerin dişe tutunmasının engellenmesi anlamına gelen antiadezyon özelliklerini değerlendirmişler ve her iki verniğinde güçlü antibakteriyel özellikleri bulunduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda poliüretan bazlı, düşük pH'lı, %1 difluorosilan içeren Fluor Protector kullanıldı. Fluor protector'un antibakteriyel etkisi içeriğindeki fluor ve antibakteriyel özelliği bilinen silan ile ilişkilendirilir. Dişhekimliğinde pek çok adeziv

sistemin içeriğinde bulunan silan materyalin akışkanlığını azaltarak yüzey yayılımını arttırmaktadır (219).

Jeeverthan ve ark (220) çalışmalarında Fluor Protector verniğin etkinliğini Dentocult SM Strip Mutans kiti ile değerlendirilmiştir. Herhangi bir çürük lezyonu bulunmayan 30 çocuk çalışmaya dahil edilmiştir. Tüm çocuklardan dental plak örnekleri alındıktan sonra çocukların yarısına Fluor Protector vernik uygulanmış diğer yarısına ise herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Bir gün sonra tekrar plak örnekleri alınmıştır. Fluor Protector vernik uygulanan grupta *S. mutans* seviyelerinde belirgin azalma tespit edilmiştir.

Erdem ve ark (210) Fluor Protector, Bifluorid 12 ve Fluor Protector ile Cervitec Plus'un 1:1 oranında karıştırılmasıyla oluşan verniklerin standart diskler üzerinde oluşturulan *S. mutans* ve *S. sobrinus* biofilmleri üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. En fazla antibakteriyel etkinlik Fluor Protector ile Cervitec Plus'un karıştırıldığı grupta bulunurken en az etki gösteren grup ise Bifluorid 12 grubu olmuştur. Bifluorid 12'nin florid içeriği daha fazla olmasına rağmen Fluor Protector'e göre daha az antibakteriyel etkinlik göstermesi Fluor Protector'ün içeriğinde yer alan silan ile açıklanmıştır.

Gruplar arası karşılaştırmalarda Fluor Protector'un *S. mutans*'a karşı antibakteriyel etkinliği Cervitec ( $p=0.008$ ) ve FotoSan ( $p=0.016$ ) grubundan anlamlı derecede daha iyi bulundu ( $p<0.017$ ). Fluor Protector'ün Cervitec'den daha etkin bulunması Fluor Protector'ün içeriğindeki florid oranı %0.1 iken Cervitec'in florid oranı 900 ppm olması ve Fluor Protector'ün içeriğinde yüksek antibakteriyel etkili silanın bulunması ile açıklanabilir. Cervitec jelin içeriğinde de antibakteriyel etkili klorheksidin diglukonat bulunmaktadır fakat oranı oldukça düşüktür. Florid ile FotoSan'ın antibakteriyel etkinliğini karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda da istatistiksel olarak anlamlılık değeri  $p<0.017$  iken FotoSan ile Fluor Protector'un karşılaştırılmasında  $p=0.016$  olduğu saptandı. Bu durumdan *S. mutans*'a karşı birbirlerine çok yakın derecede antibakteriyel etki gösterdikleri anlaşılabılır.

Ostengo ve ark (221) klorheksidin ve sodyumflorürün oral laktobasillere karşı antibakteriyel etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında yüksek konsantrasyonlardaki sodyum florürün %84'e kadar laktobasil inhibisyonu yapabildiğini klorheksidinin ise yine yüksek konsantrasyonlarda %100'e varan

inhibasyon gerçekleştirebildiğini göstermişlerdir. Çalışma bulgularımızda da bu çalışma bulgularına paralellik göstermektedir. Klorheksidin içeren Corsodyl *L. acidophilus*'a karşı Fluor Protector'den daha fazla etkinlik göstermiştir ( $p=0.013$ ).

Çalışmamızın bulgularına göre florid *S. mutans*'a karşı *L. acidophilus*'a göre daha etkin olduğu görülmektedir. Bu bulgular Ostengo ve ark (221) bulguları ile uyum göstermektedir. Bu durum floridin iki bakteri üzerinde farklı etki mekanizması sergilemesi ile ilgili olabilir. Florid streptokokların karbonhidrat metabolizmasını etkilerken laktobasillerin oksidatif mekanizmalarını etkilemesi ile açıklanabilir (222).

Kavitede kalan rezidüel bakterilerin eliminasyonunda tavsiye edilen yöntemlerden birisi de ışıkla aktive olan dezenfeksiyon [Light-Activated-Disinfection (LAD)]. Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemi fotodinamik terapi, antimikrobiyal fotodinamik terapi gibi isimlerle de adlandırılmaktadır. Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sisteminin çalışma prensibi ışığa duyarlı olan moleküllerin bakteri duvarına bağlanması, uygun ışık kaynağı ile bu moleküllerin aktive edilmesiyle reaktif oksijen artıklarının salınması prensibine dayanır. Reaktif oksijen artıkları bakterilerin hücre duvarlarına ve DNA'sına hasar vererek bakterisit etki gösterir (109).

Işıkla aktive olan dezenfeksiyon argon, KTP, Nd:YAG ve diyet lazerler kullanılmıştır (114). Bu kaynakların kompleks ve pahalı olması yeni arayışlara neden olmuştur. Günümüzde ışıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemlerinin büyük bir çoğunluğunda uzun dalga boyu ve derin ışık penetrasyonu sağlayan 630-700 nm dalga boyunda kırmızı ışıklar kullanılmaktadır (115).

Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sisteminde ışığa duyarlı ajan olarak günümüze kadar fenotiazin türevi boyalar, fitalosiyeninler, klorinler, porfirinler, ksanten, monoterpen kullanılmıştır (111). En sık kullanılan ajanlar ise fenotiazin türevi boyalar grubunda yer alan metilen ve toluidin mavisidir (223).

Çalışmamızda ise kırmızı ışık yayan LED ve toluidin mavisinden oluşan bir sistem olan FotoSan kullanılmıştır.

Zanin ve ark (224) çalışmalarında sığır dişlerinden elde edilen mine diskleri üzerinde oluşturulan *S. mutans*, *S. sobrinus* ve *S. sangius* biofilmlerinde LED ve toluidin mavisinin etkinliği araştırılmıştır. *S. mutans* ve *S. sobrinus* biofilmlerindeki canlı hücre

sayısında yaklaşık olarak %95 azalma gözlenirken, *S. sangius* biofilminde %99.9'dan daha fazla azalma gözlenmiştir. Aynı araştırmacının toluidin mavisinin LED ve Helyum/Neon lazer ile aktive edilmesiyle *S. mutans* biofilmi üzerinde oluşan antimikrobiyal etkinliğini değerlendirdiği çalışmasında %99.9'a varan canlı hücre sayısında azalma gözlenirken iki ışık kaynağı arasında anlamlı fark görülmemiştir (225).

Longo ve ark (226) çürük dokunun fotodinamik terapi ile dezenfeksiyonunu in vitro ve in vivo koşullarda değerlendirmişlerdir. Çalışmada ışığa duyarlı ajan olarak Alüminyum-klorit-pitalosiyonin ışık kaynağı olarak da 660 nm dalga boyunda kırmızı lazer ışığı kullanılmıştır. Çalışmanın in vitro kısmında insan süt dişi pulpası hücreleri kullanılarak sitotoksikite incelenirken, in vivo kısmında sınıf I çürük lezyonları bulunan yetişkin ve çocuk 10 hastada fotodinamik terapinin etkinliği değerlendirilmiştir. Hastaların çürük dentinleri ART yöntemiyle sert dentine gelene kadar uzaklaştırılmıştır. Kaviterin mezial kısmından dentin örneği alınmıştır. Daha sonra fotodinamik terapi uygulanmış ve distal kısmından dentin örneği alınmıştır. Örnekler BHI içeren besi yerlerine ekilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre fotodinamik terapinin sitotoksik etkisi bulunmazken, bakteri sayısında %82 oranında azalma gözlenmiştir.

Çalışmamızın bulguları mevcut çalışmaların bulguları ile uyum göstermektedir. Işıkla aktive olan dezenfeksiyon sistemi uygulanımıyla *S. mutans* sayısında %84 ve *L. acidophilus* sayılarında %97.5 oranında azalma gözlemlendi.

Yüksek güçlü lazer ışığı çürüğe etki eden mikroorganizmalara ve inflamatuvar dental hastalıklarda etkili olduğu bilinen bakterisidal özelliğe sahiptir. Farklı mikroorganizmalara karşı değişik lazer tiplerinin antibakteriyel etkinliğinin değerlendirildiği araştırmalar literatürde mevcuttur.

Mehrvarzfar ve ark (227) sadece %2.5 sodyum hipoklorit, %2 klorheksidin ve MTAD (dosisiklin, sitrik asit ve deterjan bileşimi)'in ayrıca bu iriganların 2W diyet lazerin 5 sn uygulama 15 sn bekleme şeklinde beş sefer uygulanımı ile birlikte kullanımının *Enterococcus Faecalis* (*E. faecalis*)'e karşı antibakteriyel etkinliğini inceledikleri çalışmalarında MTAD ile diyet lazerin birlikte kullanıldığı grupta tüm bakteriler elimine edilmiştir.

Basso ve ark (228) düşük seviyeli lazer terapisinin tipik oral mikrobiyal filmlere etkisini in vitro koşullarda incelemişlerdir. Çalışmada sadece *S. mutans*'dan oluşan biofilm, sadece *C. Albicans*'dan oluşan biofilm ve iki mikroorganizmanın oluşturduğu biofilme 5, 10 ve 20 J/cm<sup>2</sup> diyet lazer uygulanmıştır. İrradiasyondan sonra biofilmin canlılığı MTT analizi ile, biofilmin gelişimi cfu/ml cinsinden, hücre morfolojileri ise SEM cihazı ile incelenmiştir. Sadece *S.mutans*'ın bulunduğu biofilm tüm lazer dozlarına benzer cevap vermiştir. *C. albicans* ile *S. mutans*'ın birlikte oluşturduğu biofilimde ise doz arttıkça canlı mikroorganizma sayısı azalmıştır. Çalışmanın sonucunda düşük dozlu lazer terapisinin mikroorganizmalar üzerinde inhibe edici etkisinin bulunduğu fakat bu etkinin farklı mikrobiyal örneklerin birbirleri ile ilişkisiyle farklılıklar gösterebileceği belirtilmiştir.

Türkün ve ark (153) çalışmalarında 0.75 W ve 1 W Er,Cr:YSGG lazer ve %2 klorheksidin içerikli Corsodyl'in kavite dezenfeksiyonunda *S. mutans*'a karşı etkinliğini sıgır dişi modeli ile değerlendirmişlerdir. Lazer irradiasyonu 5 sn uygulama 15 sn dinlenme şeklinde 5 period halinde uygulanmıştır. Tüm gruplar *S. mutans*'a karşı anlamlı olarak etkin bulunmuştur. Gruplar arasında en etkin 1 W Er,Cr:YSGG grubu olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Farklı dentin kalınlıklarına (500, 1000 ve 2000 µm) uygulanan 0.5, 1, 3, 5 ve 7 W gücündeki diyet lazerin *S. mutans*' a karşı antibakteriyel etkinliğinin değerlendirildiği Lee ve ark. çalışmasında 500 µm kalınlıktaki dentinde 0.5, 1, 3, 5 ve 7 W gücündeki diyet lazerin *S. mutans* eliminasyonu sırasıyla %19.4, 32.5, 56.8, 90.8 ve 97.7 olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak 0.5 ile 1 W ve 5 ile 7 W arasında fark bulunamamıştır. Diyet lazerin 1000 ve 2000 µm kalınlığındaki dentine 7 W gücünde uygulandığında eliminasyonu sırasıyla %50.9 ve %20.1 bulunmuştur ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (229).

Çalışmamızda 1 W gücünde Er,Cr:YSGG lazer ve 1 W gücünde diyet lazer kullanılmış ve test edilen mikroorganizmalara karşı her iki lazer tipi de etkili bulunmuştur. Farklı mikroorganizmalarla farklı lazer tiplerinin değerlendirildiği pek çok çalışmada lazerlerin antibakteriyel özelliği gösterilmiştir. Çalışmamızın verileri bu araştırmalar ile paralellik göstermektedir. Çalışmamız Türkün ve ark çalışmasına benzer

şekilde lazer grupları ile klorheksidin içeren gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Çalışmamızda kullanılan kavitelerin silindirik kaviteler olması nedeniyle lazerlerin kullanım koşulları ve lazer uçlarının esneklik derecesi göz önüne alındığında irradе edilemeyen noktaların kalabileceğini düşündürmektedir. İrrade olmayan alanlarda ise mikroorganizmaların kalması, bakteri eliminasyonunun doğru değerlendirilmesini engelleyebilir. Çalışmada kullanılan diğer ajanlar ise bonding fırçaları ile uygulandığından ajanlar ile temas etmeyen yüzeylerin kalma olasılığı çok düşüktür. Ayrıca lazer ışınlarının penetrasyonu Lee ve ark (229) çalışmasında gösterildiği gibi 2000 µm'ye kadar gözlenmektedir ve antibakteriyel etkinlik ile karşılaşılmaktadır. Kimyasal dezenfektanların penetrasyonu ise 130 µm ile sınırlıdır. Çalışmamızda inokülasyon süresi 72 saat ile sınırlandırılmıştır. Oysaki klinik şartlarda bu süreç çok daha uzundur ve in vitro şartlarda enfekte edilen dentine göre mikroorganizmalar çok daha derin dentine yerleşebilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda kimyasal ajanlara göre lazerler daha avantajlı gözükme de derin dentin yüzeylerinde lazerler mikroorganizmaların eliminasyonunda Türkün ve ark (153) da açıkladığı gibi avantaj sağlayabilir.

Kavite dezenfeksiyonunda kullanılan ajan ve sistemler rezin materyallerin adezyonunu etkilediği düşünülmektedir. Bu nedenle klinik uygulamaya geçmeden önce bağlanma kuvvetlerinin değerlendirilmesi gerekir. Bağlanma kuvveti testleri diş-adeziv ara yüzeyinde birim alanda bağlanmayı bozarak kırılmaya neden olan minimum kuvvet değerinin kaydedilmesi prensibine dayanan testlerdir (11). Uluslararası Standardizasyon Örgütü bağlantı direncinin ölçülmesinde çekme bağlanma kuvveti ve makaslama bağlanma kuvveti testlerini önermiştir. Makaslama kuvveti testinde kopmaların genellikle dentin içinde gerçekleşmesi materyallerin gerçek bağlanma dayanımını yansıtmadığını düşündürmüştür. Son yıllarda sıklıkla tercih edilen mikrogerilme bağlanma dayanımı testi dentin-adeziv yüzeyindeki stres dağılımının homojen olması, bir diştен birden daha fazla örnek elde edilebilmesi, dişin spesifik bölgelerindeki bağlanma dayanımının ölçülebilmesi, kırılma yüzeyinin 1mm<sup>2</sup> olması nedeniyle SEM ve Stereomikroskop ile incelemenin mümkün olması gibi avantajlara sahiptir fakat laboratuvar aşaması oldukça hassas teknik ve örneklerin oldukça küçük olmaları nedeniyle dehidratasyonu önlemek için dikkat gerektirmektedir (12).

Uluslar arası standardizasyon örgütü kısa süreli deney yöntemlerinde hazırlanan örneklerin 24 saat 37°C'lik su içerisinde, uzun süreli deney yöntemlerinde ise 6 ay 37°C'lik su içerisinde saklanması önermektedir (191). Bu çalışmada 24 saatlik sürecin yeterli olması nedeniyle kısa süreli deney yöntemi ve avantajları göz önüne alınarak mikrogerilme testi tercih edildi.

Kompomer cam iyonomer simanlar ile kompozit rezinlerin avantajlı özelliklerinin bir arada kullanılabilmesi adına geliştirilmiş rezin içerikli restoratif materyallerdir. Uygulamalarının kolay olması, estetik ve mekanik özelliklerinin ise tatmin edici olması nedeniyle pedodonti kliniklerinde süt dişi restorasyonlarında sıklıkla tercih edilen materyaller arasında yer almaktadır (207). Bu çalışma da avantajları ve kullanımının yaygınlığı göz önüne alınarak kompomer restorasyonlar ile gerçekleştirildi.

Pedodonti Kliniklerinde süt dişlerinin restorasyonunda, işlem basamaklarının ve teknik hassasiyet gereksiniminin azaltıldığı asitleme basamağı olmayan adeziv sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemde asitleme işlemi yapılmamakta, smear tabakası uzaklaştırılmayıp sadece modifiye edilir. Bu nedenle kavite dezenfektanları ile dentin direkt temas edemez (207). Bu çalışmada da işlem basamaklarının kısa olması, pedodonti kliniklerinde sık kullanılması ve kompomer restorasyonlar ile uyum sağlaması nedeniyle Prime&Bond NT self sistemi kullanıldı.

Süt ve daimi dişlerin adeziv sistemlerin bağlanma dayanımı açısından incelendiği çalışmalarda farklı bulgular ile karşılaşılmaktadır. Nör ve ark (230) çalışmalarında süt dişi dentin yüzeyinde daimi dişe kıyasla daha kalın bir hibrit tabaka bildirilmiş ve bu kalın tabakaya adeziv rezinin yeteri kadar penetre olamaması sonucunda daha düşük bağlanma değerleri ile karşılaşmışlardır. Bağlanma dayanımının süt ve daimi dişlerde farklılık göstermesinin dentin tübül çap ve yoğunluklarındaki, dentin dokusu miktarındaki ve dentinin organik içeriğindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülür (231). Baghdadi ve ark (232) ise süt ve daimi dişlerin bağlanma dayanımları arasında anlamlı bir farklılık saptamadıklarını bildirmişlerdir.

Klorheksidin içerikli kavite dezenfektanlarının bağlanma kuvvetlerine etkileri konusunda farklı görüşler mevcuttur. Bir grup araştırmacı dentindeki klorheksidin kalıntılarının, hidrofilik rezinin bağlanmasına engel olabileceği görüşündedir. Karşıt

düşüncedeki araştırmacılar ise klorheksidin uygulamasının mine ve dentinin serbest yüzey enerjisinin arttırması ile bağlantıyı kuvvetlendirdiğini düşünmektedir. Ayrıca güçlü pozitif iyon yüküne sahip klorheksidin fosfat gruplarına bağlanarak reweetting (yeniden nemlendirme) etkisi yaratacağı ve adezivin dentine bağlanmasını arttıracacağı düşünülmektedir.

Say ve ark (233) %2'lik klorheksidin ve %1'lik benzalkonyum klorür içeren dezenfektanların total etch sistemler olan One-Step ve Optibond Solo ile birlikte asitleme sonrası kullanımında, daimi diş kompozit restorasyonlarının makaslama ve mikrogerilme dayanımına olumsuz etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Korkmaz ve ark (234) in vitro çalışmalarında Cervitec ve Fluor Protector'u kök dentinine uyguladığının 6 ay sonrasında akıcı kompozit, mikrohibrit kompozit, kompomer, rezin modifiye cam iyonomer ve konvansiyonel cam iyonomer restorasyonların makaslama bağlanma kuvvetlerine etkileri incelenmiştir. Kompozit restorasyonlarda total etch adeziv sistemin, kompomer restorasyonlarda ise çalışmamızda da kullanılan Prime&Bond'un kullanıldığı çalışmada Cervitec mikrohibrit kompozitin ve kompomerin bağlanma kuvvetini azaltırken cam iyonomerin bağlanma kuvvetini arttırmıştır. Fluor Protector ise kompozit grupların, kompomerin, rezin modifiye cam iyonomerin bağlanma kuvvetini azaltmıştır.

Çelik ve ark (157) çalışmalarında Er,Cr:YSGG lazer irradiasyonu ve klorheksidin içerikli kavite dezenfektanı uygulaması ile self-etch ve etch-rinse adeziv sistemlerin kullanıldığı kompozit restorasyonların bağlanma dayanımlarını incelemişlerdir. Kavite dezenfektanı etch-rinse grubunda asitlemeden sonra uygulanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre etch-rinse grubunda lazer ve klorheksidin uygulaması kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı daha fazla mikrogerilim bağlanma dayanımı göstermiştir. Self-etch grubunda ise kontrol grubuna göre lazer grubu istatistiksel olarak anlamlı daha fazla bağlanma dayanımı gösterirken, klorheksidin uygulanan grup daha az bağlanma dayanımı göstermiştir.

Günümüze kadar yapılan araştırmaların sonuçları değerlendirildiğinde, kavite dezenfeksiyonunda kullanılan ajanların bağlanma dayanımlarına etkileri, birlikte kullanıldıkları bağlayıcı sistemlere ve bu sistemlerin hangi aşamasında kullanıldıklarına

göre farklılık göstermektedir. Self-etching adeziv sistemlerle kullanımlarında bağlanma dayanımları üzerinde olumsuz etkilerinin olabildiği total-etch sistemlerle ise asitleme işleminden sonra smear tabakasının uzaklaştırılmasını takiben uygulandığında daha başarılı sonuçlar elde edildiği izlenmektedir.

Zorba ve ark (235) çalışmalarında ise üç farklı self-etch ve bir total-etch adeziv sistemle yapılan kompozit restorasyonlara Cervitec Plus, kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat içerikli Tooth Mousse ve potasyum nitrat içerikli Ultra-EZ uygulananın makaslama bağlanma dayanımlarına etkilerini incelemişler ve sadece Ultra-EZ'nin total etch sistem ile birlikte kullanıldığı grubun istatistiksel olarak anlamlı daha düşük makaslama bağlanma dayanımı gösterdiğini açıklamışlardır.

Bu çalışmada klorheksidin içeren Corsodyl, Cervitec ve Cervitec Plus grupları kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az mikrogerilim bağlanma dayanımı göstermiştir ( $p<0.05$ ). Bu bulgular Çelik (157) ve Korkmaz (234)'ın çalışmalarına paralellik gösterirken Zorba ve ark (235) çalışmaları ile uyumsuzdur. Bu durumun nedeni olarak Zorba ve ark (235) çalışmalarında daimi diş ve kompozit restorasyonların kullanımı ile yöntem farklılıkları gösterilebilir.

Fluoridin bağlanma dayanımları üzerine etkilerini inceleyen yayınlar sınırlıdır. Bu yayınların büyük bir çoğunluğu ise floridin hassasiyet giderici ajan olarak kullanımıyla ilişkilidir.

Akça ve ark (236) çalışmalarında potasyum florid içerikli VivaSens, Fluor Protector, potasyum nitrat ve sodyum florid içerikli Isodan, organik asit ve floridleri içeren Futura Bond NR ve Nd:YAG lazerin self-etch adeziv sistemlerle yapılan kompozit restorasyonların mikrogerilim bağlanma dayanımlarına etkilerinin karşılaştırmıştır. Dentin hassasiyetini giderme özelliği bulunan bu ajanlar açığa çıkartılmış servikal dentin üzerine uygulanmış ve 14 gün yapay tükürükte bekletildikten sonra kompozit materyal ile restore edilmiştir. Mikrogerilim bağlanma dayanımı testinin sonuçlarına göre kontrol ve Futura Bond NR grupları istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bağlanma dayanımı göstermiş ve florid içeren diğer ajanlar bağlanma dayanımını düşürmüşlerdir.

Fluoridin dentin hassasiyeti giderici ajan olarak kullanıldığı çalışmalarda florid uygulamasını takiben yapay tükürük içerisinde belirli süre bekletilmektedir. Bu çalışmada ise florid kavite dezenfeksiyonu amacıyla kullanılmasından dolayı herhangi bir bekletilme olmaksızın kompomer ile dişler restore edilmiştir. Bu nedenle yapılmış çalışmalarla bu çalışmanın bulgularını karşılaştırmak doğru değildir. Fakat çalışmada florid içerikli Cervitec ve Fluor Protector Akça (236) ve Korkmaz ve ark (234) çalışmalarının bulgularına benzer şekilde kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha düşük mikrogerilim bağlanma dayanımı göstermiştir ( $p<0.05$ ).

Yapılan literatür taramasında FotoSan'ın rezin materyallerin bağlantısı üzerine etkinliğini araştıran bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Fakat Karaarslan ve ark (10) FotoSan'ın daimi diş kompozit restorasyonların sızıntısı üzerine etkinliğini inceledikleri çalışmalarında FotoSan ile dezenfekte edilen örneklerin daha az sızdırma gösterdiğini rapor etmişlerdir. Yine aynı araştırmacıların FotoSan'ın seramik inley restorasyonların mikrosızıntısını değerlendirdikleri çalışmalarında FotoSan uygulanan grubun daha az sızdırma gösterdiğini belirtmişlerdir (237).

Sızıntı miktarının az olması bağlantının iyi olduğunun işaretidir. Bu çalışmada da FotoSan grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ( $p>0.05$ ).

Lazer ile irrad edilen dentin yüzeylerinde düzensiz alanlar, açık dentin tübülleri gözlenirken smear tabakası ile karşılaşılmaz (151). İrradiasyon ile oluşturulan düzensiz dentin alanı yüzey alanını arttırması nedeniyle daha yüksek bağlanma dayanımına neden olacağı düşünülmektedir (238). Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerlerin dentinde su kaybına, kollajen bileşimi ve yapısının değişmesine, hidroksil (OH<sup>-</sup>) radikallerinin artmasına neden olarak, dentin organik matriksinin içeriğinin değişmesine yol açtığı da rapor edilmiştir (239). Bu farklı verilerin kullanılan lazerlerin güçlerindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle güç seçimi dikkatli bir şekilde seçilmelidir. Bu çalışmada daha önce Türkün tarafından kullanılan ve güvenli olduğu bilinen 1 W gücündeki lazerler kullanılmıştır (153).

Arısu ve ark (240) post boşluğuna uygulanan sodyum hipoklorid, sodyum hipoklorid ve EDTA'nın birlikte kullanımı ve diyet lazerin push-out bağlanma dayanımına etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarında en yüksek değerler sodyum

hipoklorid ve EDTA'nın birlikte kullanıldığı grupta, en düşük değerler sodyum hipokloridin kullanıldığı grupta kaydedilmiştir. Diyet lazer ile sodyum hipoklorid grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır.

Garcia ve ark (241) çalışmalarında 1.5 ve 3 W'lık diyet lazer uygulamalarının postların bağlanma dayanımlarına etkilerini araştırmışlardır. Diyet lazer uygulanan grupların bağlanma dayanımlarının daha fazla olduğunu açıklamışlardır.

Bu çalışmada diyet lazer grubu kontrol grubundan daha yüksek mikrokerilim bağlanma kuvvetleri göstermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p=0.218$ ). Yapılan gruplar arası karşılaştırmalarda ise diyet lazer grubu en iyi bağlanma dayanımı değerlerini gösteren Er,Cr:YSGG lazer grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ).

Çelik ve ark (157) çalışmalarında 0.75 W gücünde Er,Cr:YSGG lazer irradiasyonu ve klorheksidin içerikli kavite dezenfektanı uygulanımı ile self-etch ve etch-rinse adeziv sistemlerin kullanıldığı kompozit restorasyonların bağlanma dayanımlarını incelemişlerdir. Lazer 5 sn uygulama 15 sn dinlenme şeklinde 5 period halinde uygulanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre etch-rinse grubunda lazer ve klorheksidin uygulanımı kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı daha fazla mikrokerilim bağlanma dayanımı göstermiştir. Self-etch grubunda ise kontrol grubuna göre lazer grubu istatistiksel olarak anlamlı daha fazla bağlanma dayanımı gösterirken, klorheksidin uygulanan grup daha az bağlanma dayanımı göstermiştir.

Cardosa ve ark (242) konvansiyonel yöntem, kimyasal duman depozisyonu [Chemical Vapour Deposition (CVD)] ve Er,Cr:YSGG lazer irradiasyonu ile kavite açılması yöntemlerinin mikrokerilim bağlanma dayanımına etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında konvansiyonel yöntemi diğer iki yöntemden bağlanma dayanımı açısından daha iyi sonuçlar verdiğini açıklamışlardır.

Arslan ve ark (243) farklı kavite dezenfektanlarının siloran bazlı rezin kompozitlerin makaslama bağlanma dayanımına etkilerini incelemişlerdir. Daimi molar dişler üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında klorheksidin, sodyum hipoklorid, propolis, ozon ve Er,Cr:YSGG lazer kullanılmıştır. Kontrol grubu ile kavite

dezenfeksiyonu uygulanan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır.

Çalışmamızda Er,Cr:YSGG uygulanan grup kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı daha fazla mikrogerilim bağlanma dayanımı gösterdiği saptandı ( $p<0.05$ ). Bu veriler Çelik ve ark (157) çalışmaları ile paralellik göstermektedir. Bu durum birbirine yakın güçlerde lazer irradiasyonu kullanımı ve her iki çalışmada da mikrogerilim bağlanma dayanımı testi kullanılması ile açıklanabilir. Çalışma Cardosa (244) ve Arslan (243)'ın çalışmaları ile ise farklı bulgular göstermiştir. Cardosa ve ark (244) çalışmalarında daimi diş kullanılması ve kavite preperasyonunun tamamıyla lazer ile yapılması bu çalışmadan farklılık göstermektedir. Arslan ve ark (243) çalışmalarında ise yine daimi dişlerin kullanılması ve siloran bazlı kompozit rezinlerle dişlerin restore edilmesi bu çalışmadan farklılık göstermektedir. Bulguların uyumlu olmaması bu farklılıklarla açıklanabilir.

Çalışmamızda Er,Cr:YSGG lazer grubu en iyi bağlanma dayanımı değerlerini verdiği gözlenmiştir. Diyet lazer grubu ile Er,Cr:YSGG lazer grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanamazken ( $p>0.05$ ) diğer tüm gruplar ile istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

Çalışmamızda kırılma tipleri incelendiğinde koheziv (Tip II) ve karma kırılma tiplerinin (Tip III ve IV) daha yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı sergileyen gruplarda daha sık rastlandığı görülmüştür. Bu bulgu çalışmamızda olduğu gibi yüksek mikrogerilim bağlanma dayanımı olan gruplarda daha fazla koheziv kırılma görüldüğünü belirten Totu ve ark (207) çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Restorasyonların başarısını etkileyen en önemli faktörlerden birisi de kavitelerin sızdırmaz bir şekilde örtülenmesidir. Günümüze kadar sızıntı sıklıkla mikro boyutta incelenmiştir. Mikrosızıntı çalışmalarında boyama yöntemi tercih edilmiştir (192). Fakat mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan boyaların partiküllerinin çapının bakterilerin çapından daha geniş olması ağız ortamında gerçekleşen sızıntıyı tam olarak yansıtamamaktadır. Bu nedenle araştırmacılar yeni yöntemlerin arayışına girmişlerdir.

Son dönemde nano boyutta yapılan sızıntı çalışmaları literatürde yer almaya başlamıştır. Nanosızıntı hibrit tabakası içinde yer alan kollojen fibrillerin etrafında

gerçekleşen nanometre boyuttaki sızıntıdır. Nanosızıntı çalışmalarında boyama ammonoikal gümüş nitrat solüsyonu ile yapılır. Gümüş nitrat solüsyonu partiküllerinin boyutları ortalama olarak 0.59 nm civarındadır. Ağız ortamında yaşayan bakterilerin boyutları ise 0.5-1 nm arasında değişmektedir. Bu nedenle gümüş nitrat sızıntı çalışmalarına uygun boyama solüsyonu olarak görülmektedir (14).

Günümüze kadar kavite dezenfeksiyonunun nanosızıntıya olan etkisi incelenmemiştir. Yapılan tüm çalışmalar mikrosızıntı çalışmalarıdır.

Geraldo-Martins ve ark (244) çalışmalarında Er:YAG laser ve klasik yöntemle kavite preparasyonunda self-etching ajan öncesi % 2'lik klorheksidin uyguladıkları sınıf V kavitelere her iki yöntemde mikrosızıntı üzerine olumsuz bir etki oluşmadığını bildirmişlerdir.

Tulunoğlu ve ark (245) süt dişlerinde yaptıkları çalışmada, klorheksidin ve alkol içerikli iki dezenfektanın self etch sistemler olan Syntac ve Prime Bond NT ile hazırlanan kompozit rezinlerin mikrosızıntısını araştırdıkları çalışmalarında uygulamasının kenar sızıntısını artırdığı sonucunu elde etmişlerdir.

Türkün ve ark (246) sınıf V kavitelere biri klorheksidin içerikli üç farklı kavite dezenfektanın inceldikleri bir çalışmada, self etch adezivler olan Clearfil SE Bond ve Prompt L-Pop ile uygulanmasının kompozit restorasyonların mikrosızıntısına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında klorheksidin içerikli kavite dezenfektanının mikrosızıntı değerlerine olumsuz bir etki yapmadığını belirtmişlerdir. Tulunoğlu ve ark (245) ile verilerinin aynı doğrultuda olmamasını ise süt dişlerine adeziv rezinlerin bağlanma değerlerinin, daimi dişlere göre daha düşük olması nedeniyle sonucun etkilenmesi ile açıklamışlardır.

Çalışmamızda kullanılan klorheksidin içerikli Corsodyl ve Cervitec jel kontrol grubundan anlamlı şekilde daha fazla nanosızıntı göstermiştir. Bu bulgular Türkün (246) ve Geraldo-Martins (244)'in bulguları ile çelişirken Tulunoğlu ve ark (245) bulguları ile uyum göstermektedir. Bu durum Türkün'ün (246) de daha önce ifade ettiği gibi süt dişlerine adeziv rezinlerin bağlanma değerleri, daimi dişlere göre daha düşük olması ile açıklanabilir. Ayrıca bu çalışmada kompomer restorasyonların kullanılması ve sızıntının daha detaylı incelenemediği nanosızıntı yönteminin tercih edilmesi de

bulguların farklı çıkması ile açıklanabilir. Cervitec Plus ise kontrol grubu ile benzer nanosızıntı değerleri göstermiştir. Diğer klorheksidin içerikli ajanlardan daha az nanosızıntı değerleri göstermesi diğer ajanların jel formunda Cervitec Plus'un ise vernik formunda olması ile açıklanabilir.

Yapılan literatür incelemesinde kaviteye uygulanan floridin rezin restorasyonların sızıntısı ile ilişkisini inceleyen bir araştırma ile karşılaşıldı. Nystrom ve ark (247) %50 sement %50 mine içeren sınıf V restorasyonlara %0.71'lik kalay florür uygulamışlar ve total etch adeziv kullanarak kompozit ile restore etmişlerdir. Mikrosızıntı değerleri incelendiğinde kontrol grubu ile anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Bu çalışmada uygulanan florid içerikli Fluor Protector ile kontrol grubu arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ( $p=0.286$ ) fakat yine içeriğinde florid bulunan Cervitec gel kontrol grubuna göre daha yüksek nanosızıntı değerleri göstermiştir ( $p>0.001$ ). Bu durum Cervitec'in içeriğinde bulunan klorheksidin ile ve Cervitec'in jel formunda Fluor Protector'un ise vernik formunda olması ile açıklanabilir.

Karaarslan ve ark (10) FotoSan'ın daimi diş kompozit restorasyonların sızıntısı üzerine etkinliğini inceledikleri çalışmalarında FotoSan ile dezenfekte edilen örneklerin daha az sızdırma gösterdiğini rapor etmişlerdir. Yine aynı araştırmacıların FotoSan'ın seramik inley restorasyonların mikrosızıntısını değerlendirdikleri çalışmalarında FotoSan uygulanan grubun daha az sızdırma gösterdiğini belirtmişlerdir (237).

Bu çalışmada ise FotoSan grubu ile Kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p=0.692$ ). Karaarslan ve ark (10)'nın bulguları ile bu bulguların uyum göstermemesi, çalışmalarında mikrosızıntı yönteminin kullanılması bu çalışmada ise daha küçük partiküllere sahip olan ve nano boyutta incelemeye imkan sağlayan nanosızıntı tekniğinin kullanılması ile açıklanabilir. Ayrıca bu çalışmada bağlantı değerleri daha düşük olan kompomer ile restore edilmiş süt dişleri incelenirken Karaarslan ve ark. çalışmalarında kompozit ve seramik inley restorasyonların incelenmesi sızıntı değerlerinde farklılıklara yol açabilir.

Arslan ve ark (80) Er,Cr:YSGG lazer, klorheksidin, propolis ve ozonun kavite dezenfeksiyonu amacıyla kullanıldığında kompozit restorasyonların mikrosızıntı değerlerine etkilerini araştırmışlardır. Etch-and-rinse sistem kullanıldığında kontrol

grubu ile test grupları arasında ve test gruplarının kendi aralarında fark görülmemiştir. Self-etch sistem kullanıldığında ise Er,Cr:YSGG lazer ile klorheksidin grubu arasında anlamlı farklılık görülmüştür.

Özkır ve ark (248) post kor restorasyonlardan önce uygulanan dağlama işleminin %37'lik fosforik asit ve Er,Cr:YSGG lazer uygulananın mikrosızıntıya etkilerini araştırmışlar ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamışlardır.

Bu çalışmada ise Er,Cr:YSGG lazer kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az nanosızıntı değeri göstermiş, diyet lazer ise kontrol grubu ile benzer bulgular göstermiştir. Çalışmanın bulguları Arslan ve ark (80) çalışmalarındaki bulgular ile örtüşmektedir. Özkır ve ark (248) çalışmalarında ise lazerlerin fosforik asit kadar dağlama etkinliğinin olabileceğı görülmektedir. Lazerlerin dağlama özelliklerinin bulunması bağlantının güçlenmesine ve sızıntı değeri düşmesine neden olabilir. Bu çalışmada asit basamağı olmayan bir ajan kullanılmıştır. Bu nedenle lazer grupları diğer gruplara göre daha avantajlı gözükmektedir. Ayrıca dentin ile kompomerin bağlantısını bozabilecek herhangi bir yapının bulunmaması lazer grupları için avantajdır. Bu nedenlerle lazer grupları en az nanosızıntı değeri vermiş fakat diyet lazer istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bunun nedeni de örnek sayısının azlığı olabilir.

Bu çalışmanın bulgularına göre kullanılan tüm ajan ve sistemler çürük gelişiminde en etkili mikroorganizmalar olan *S. mutans* ve *L. acidophilus*'a karşı antibakteriyal etkinlik gösterdiği saptanmıştır.

Mikrogerilim bağlanma testinde çalışmada kullanılan ajanlar bağlantıyı olumsuz etkilerken, lazer gruplarında dağlama özelliğinden dolayı bağlantıyı artırma eğiliminde olduğu görüldü. Er,Cr:YSGG lazer grubu istatistiksel olarak anlamlı derecede artırırken, diyet lazer grubundaki artış istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı. Bu durum dozun düşük olması ve örnek sayısının azlığı ile açıklanabilir. FotoSan sistemi ise bağlanma kuvvetlerine herhangi bir etki de bulunmadı.

Nanosızıntı testinde ise Er,Cr:YSGG lazer grubu istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az sızıntı gösterdi. Diyet lazer ve FotoSan ise kontrol grubuna benzer sonuçlar sergiledi. Çalışmada kullanılan ajanların nanosızıntı değeri incelendiğinde

ise jel formunda olan Cervitec ve Corsodyl kontrol grubundan daha yüksek nanosızıntı değerleri gösterirken, vernik formunda olan Cervitec Plus ve Fluor Protector kontrol grubuyla benzer sonuçlar göstermiştir. Bu durum jellerin vizkozitesinin daha yüksek olmasıyla dentin ve kompomer arasındaki etkileşimi bozabileceği ile açıklanabilir.

## 8. SONUÇLAR

Farklı ajan ve sistemlerin kavite dezenfeksiyonunda kullanıldığında antibakteriyel etkinliklerinin ve süt dişi kompomer restorasyonlarının mikrogerilme ve nanosızıntı değerlerine etkilerinin araştırıldığı çalışmamızda;

1. Yapılan mikrobiyolojik inceleme sonucunda çalışmada kullanılan Corsodyl, Cervitec, Cervitec Plus ve Fluor Protector ajanlarının ve FotoSan, Er,Cr:YSGG lazer ve Diyet lazer sistemlerinin tümü *S. mutans* ve *L. acidophilus*'a karşı antibakteriyel etkinlik gösterdiği,
2. Mikrogerilme test sonuçlarına göre;
  - a) Er,Cr:YSGG lazerin bağlantıyı arttırdığı ( $p=0,009$ ), Diyet lazer ve FotoSan sistemleri ise bağlantıya olumsuz bir etkide bulunmadığı ( $p>0.05$ ),
  - b) Çalışmada kullanılan tüm ajanların Corsodyl, Cervitec, Cervitec Plus ve Fluor Protector ajanları kompomer restorasyonların bağlanma dayanımını azalttığı ( $p<0.05$ ),
3. Nanosızıntı değerleri incelendiğinde;
  - a) Er,Cr:YSGG lazer uygulaması sızıntıyı azalttığı,
  - b) Diyet lazer, FotoSan, Cervitec Plus ve Fluor Protector sızıntıya olumsuz bir etkide bulunmadığı ( $p>0.05$ ),
  - c) Corsodyl ve Cervitec'in kompomer restorasyonların sızıntısını arttırdığı görüldü ( $p<0.01$ ).

Bu bulgular doğrultusunda çalışmada kullanılan sistemlerin ajanlara göre daha etkin olduğu, süt dişi kavite dezenfeksiyonunda; antibakteriyel etki gösteren, kompomer restorasyonların bağlantılarını arttıran ve sızıntıyı azaltan Er,Cr:YSGG lazer sisteminin tercih edilebilecek yöntem olduğu ayrıca antibakteriyel etki gösteren, kompomer restorasyonların bağlantılarını ve sızıntılarını etkilemeyen Diyet lazer ve FotoSan sistemlerinin de alternatif yöntemler olabileceği sonucuna varıldı.

## 9. KAYNAKLAR

1. Marsh PD, Martin MV, Rosan B, Lamont RJ (2000). Dental Plaque Formation, Microbes and Infection. Oral Microbiology. 4th ed. Bodmin, Cornwall: MPG Books Ltd, 1599-1607.
2. Anderson MH, Charbeneau GT (1985). A comparison of digital and optical criteria for detecting carious dentin. J Prosthet Dent 53: 643-646.
3. Anderson MH, Loesche WJ, Charbeneau GT (1985). Bacteriologic study of a basic fuchsin caries-disclosing dye. J Prosthet Dent 54: 51-55.
4. Leung RL, Loesche WJ, Charbeneau GT (1980). Effect of Dycal on bacteria in deep carious lesions. J Am Dent Assoc 100: 193-197.
5. Meiers JC, Kresin JC (1996). Cavity disinfectants and dentin bonding. Oper Dent 21: 153-159.
6. Meiers JC, Shook LW (1996). Effect of disinfectants on the bond strength of composite to dentin. Am J Dent 90: 11-14.
7. Yip HK, Stevenson AG, Beeley JA (1994). The specificity of caries detector dyes in cavity preparation. Br Dent J 176: 417-421.
8. Ersin NK, Candan U, Aykut A, Eronat C, Belli S (2009). No adverse effect to bonding following caries disinfection with chlorhexidine. J Dent Child (Chic) 76: 20-27.
9. Tüzüner T, Baygın Ö, Buruk K, Yahyaoğlu G, Yalçın İ (2012). Kavite dezenfeksiyonu amacı ile kullanılabilen ticari antibakteriyel jellerin mikro-gerilme bağlanma dayanımı üzerine etkinliklerinin değerlendirilmesi. Cumhuriyet Dent J 15: 288-296.
10. Karaarslan EŞ, Cebe MA, Üşümez A (2011). Işıkla aktive edilen dezenfeksiyon (PAD) işlemi uygulanmış seramik inley restorasyonlarda mikrosızıntının değerlendirilmesi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 21: 108-114.
11. Oilo G (1993). Bond strength testing--what does it mean? Int Dent J 43: 492-498.
12. Stamatacos-Mercer C, Hottel TL (2005). The validity of reported tensile bond strength utilizing non-standardized specimen surface areas. An analysis of in vitro studies. Am J Dent 18: 105-108.

13. Perdigao J, Lopes M, Geraldeli S, Lopes GC, Garcia-Godoy F (2000). Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dent Mater* 16: 311-23.
14. Malacarne-Zanon J, de Andrade ESSM, Wang L, de Goes MF, Martins AL, Narvaes-Romani EO (2010). Permeability of Dental Adhesives - A SEM Assessment. *Eur J Dent* 4: 429-39.
15. Aoba T (2004). Solubility properties of human tooth mineral and pathogenesis of dental caries. *Oral Dis* 10: 249-57.
16. Newbrun E (1989). *Cariology*. 3rd ed. Oxford: Quintessence Publishing Co, 54-64.
17. Touger-Decker R, Van Loveren C (2003). Sugars and dental caries. *Am J Clin Nutr* 78: 881S-892S.
18. Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C (2004). Biological factors in dental caries: role of remineralization and fluoride in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 3). *J Clin Pediatr Dent* 28: 203-214.
19. Shashikiran ND, Subba Reddy VV, Hiremath MC (2007). Estimation of trace elements in sound and carious enamel of primary and permanent teeth by atomic absorption spectrophotometry: an in vitro study. *Indian J Dent Res* 18: 157-162.
20. Mellberg JR, Ripa LW (1983). *Fluoride in Preventive Dentistry: Theory and Clinical Applications*. Oxford: Quintessence Publishing Co, 95-110
21. Zero DT (1999). Dental caries process. *Dent Clin North Am* 43: 635-64.
22. Levallois B, Terrer E, Panayotov Y, Salehi H, Tassery H, Tramini P, Cuisinier F (2012). Molecular structural analysis of carious lesions using micro Ramanspectroscopy. *Eur J Oral Sci* 120:444–451.
23. Robinson C, Hudson J (2011). Tuft protein: protein cross-linking in enamel development. *Eur J Oral Sci* 119: 50–54.
24. Weatherell JA, Robinson C, Hallsworth AS (1974). Variation in the chemical composition of human enamel. *J of Dental Research* 53: 180-192.
25. Scott DB (1999). *Orban's Oral Histology and Embriology*. 2nd ed. C.V. Mosby Co, 39 – 97.
26. Koray F (1981). *Diş Çürükleri*. Altın matbaacılık, İstanbul, 40-104.

27. McDonald RE, Avery DR, Stookey GK (2000). Dental caries in the child and adolescent. *Dentistry for the Child and Adolescent*. Oxford, St.Louis: Mosby Inc, 209-246.
28. Nauntofte B, Tenovuo JO, Lagerlöf F (2003). Dental Caries The Disease and its Clinical Managemen. Secretion and composition of saliva. Oxford: Blackwell Munksgaard, 220-238.
29. Türker M (1997). Ağız Diş Çene Hastalıkları ve Cerrahisi. Atlas Kitapçılık, Ankara, 150-245.
30. Mellberg JR, Rıpa LW (1983). Fluoride in Preventive Dentistry: Theory and Clinical Applications. Oxford: Quintessence Publishing Co, 320-330.
31. Krutchkoff DJ, Forrester MLW (1981). The pathogenesis of dental caries. *Pediatric Dental Medicine*. Philadelphia: Lea&Febiger, 320-355.
32. Cummings CW, Harker LA (1983). Anatomy: Otolaryngology Head and Neck Surgery, 2nd ed. USA: Mosby year book inc, 324-324.
33. Tenuvuo J, Lagerlöf, F (1994). Saliva. *Textbook of Clinical Cariology*. Copenhagen: Munksgaard, 456-578.
34. Aine L, Backstrom MC, Maki R, Kuusela AL, Koivisto AM, Ikonen RS, Maki M (2000). Enamel defects in primary and permanent teeth of children born prematurely. *J Oral Pathol Med* 29: 403-409.
35. Marsh PD (1999). Microbiologic aspects of dental plaque and dental caries. *Dent Clin North Am* 43: 599-614.
36. Cengiz AT (2004). Tıp ve Dişhekimliğinde Genel ve Özel Mikrobiyoloji. Güneş Kitapevi, Ankara, 220-238.
37. Marsh PD, Nyvad B (2003). The oral microflora and biofilms on teeth. *Dental Caries The Disease and its Clinical Management*. Oxford: Blackwell Munksgaard, 29-30.
38. Roberson TM HO, Swift EJ (2010). Art and science of the operative dentistry. *Cariology: The Lesion, Etiology, Prevention and Control*. Karyoloji: Lezyon, Etyoloji, Önleme ve Kontrol ( Sevil Gürkan). Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 67-134.
39. Minah GE (1981). Dental plaque. *Pediatric Dental Medicine*. Philadelphia: Lea&Febiger, 348-376

40. Lundeen TF, Roberson TM (1995). Cariology: the lesion, etiology, prevention and control. The Art and Science of Operative Dentistry. 3ed. St. Louis: Mosby Co, 746-867.
41. Samarayanke LP (2002). Essential Microbiology for Dentistry. 2ed. London: Churchill Livingstone Publishing Co, 326-456.
42. Hamada S, Slade HD (1980). Biology, immunology, and cariogenicity of *Streptococcus mutans*. Microbiol Rev 44: 331-384.
43. Houte JV (1994). Role of microorganisms in caries etiology. J Dent Res 73: 672-681.
44. Caufield PW (2005). Dental caries: an infectious and transmissible disease where have we been and where are we going? N Y State Dent J 71: 23-27.
45. Lindquist B, Emilson CG (1990). Distribution and prevalence of mutans streptococci in the human dentition. J Dent Res 69: 1160-1166.
46. Hardie JM (1992). Oral microbiology: current concepts in the microbiology of dental caries and periodontal disease. Br Dent J 172: 271-278.
47. Napimoga MH, Hofling JF, Klein MI, Kamiya RU, Goncalves RB (2005). Transmission, diversity and virulence factors of *Streptococcus mutans* genotypes. J Oral Sci 47: 59-64.
48. Tabchoury CP, Sousa MC, Arthur RA, Mattos-Graner RO, Del Bel Cury AA, Cury JA (2008). Evaluation of genotypic diversity of *Streptococcus mutans* using distinct arbitrary primers. J Appl Oral Sci 16: 403-407.
49. Kuramitsu HK (1993). Virulence factors of mutans streptococci: role of molecular genetics. Crit Rev Oral Biol Med 4: 159-176.
50. Cury JA, Rebello MA, Del Bel Cury AA (1997). In situ relationship between sucrose exposure and the composition of dental plaque. Caries Res 31: 356-360.
51. Bolgöl BS, Çelenk S, Ayna BE, Atakul F (2004). Associations of dental caries with salivary Mutans Streptococci/Lactobacilli and plaque pH in 7-9 years old children in rural of Diyarbakır-Turkey. Türkiye Klin J Dental Sci 10: 69-73.
52. Balakrishnan M, Simmonds RS, Kilian M, Tagg JR (2002). Different bacteriocin activities of *Streptococcus mutans* reflect distinct phylogenetic lineages. J Med Microbiol 51: 941-948.

53. Kamiya RU, Napimoga MH, Rosa RT, Hofling JF, Goncalves RB (2005). Mutacin production in *Streptococcus mutans* genotypes isolated from caries-affected and caries-free individuals. *Oral Microbiol Immunol* 20: 20-24.
54. Gibbons RJ (1984). Adherent interactions which may affect microbial ecology in the mouth. *J Dent Res* 63:378-385.
55. Loesche WJ (1986). Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev* 50: 353-380.
56. Yoo SY, Kim KJ, Lim SH, Kim KW, Hwang HK, Min BM (2005). First isolation of *Streptococcus downei* from human dental plaques. *FEMS Microbiol Lett* 249: 323-326.
57. Marthaler TM, O'Mullane DM, Vrbic V (1996). The prevalence of dental caries in Europe 1990-1995. *Caries Res* 30: 237-255.
58. Ollila P, Niemela M, Uhari M, Larmas M (1997). Risk factors for colonization of salivary lactobacilli and *Candida* in children. *Acta Odontol Scand* 55:9-13.
59. Boyar RM, Bowden GH (1985). The microflora associated with the progression of incipient carious lesions of children living in a water-fluoridated area. *Caries Res* 19: 298-306.
60. Chung J, Ha ES, Park HR, Kim S (2004). Isolation and characterization of *Lactobacillus* species inhibiting the formation of *Streptococcus mutans* biofilm. *Oral Microbiol Immunol* 19: 214-226.
61. Chou LS, Weimer B (1999). Isolation and characterization of acid- and bile-tolerant isolates from strains of *Lactobacillus acidophilus*. *J Dairy Sci* 82: 23-31.
62. Jacob LS, Flaitz CM, Nichols CM, Hicks MJ (1998). Role of dentinal carious lesions in the pathogenesis of oral candidiasis in HIV infection. *J Am Dent Assoc* 129: 187-194.
63. Tanzer JM. *Microbiology of dental caries* (1992). Contemporary Oral Microbiology&Immunology. St.Louis: Mosby Year Book, 377-424.
64. Thylstrup A, Fejerskov O (1994). *Textbook of clinical cariology*. 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard, 98-120.
65. Çakır FY, Gürkan S, Attar N (2010). Çürük mikrobiyolojisi. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 34: 78-91.

66. Maupome G, Hernandez-Guerrero JC, Garcia-Luna M, Trejo-Alvarado A, Hernandez-Perez M, Diez-de-Bonilla J (1995). In vivo diagnostic assessment of dentinal caries utilizing acid red and povidone-iodine dyes. *Oper Dent* 20: 119-122.
67. Fusayama T, Yamada T, Inokoshi S (1993). The use of a caries detector dye during cavity preparation. *Br Dent J* 175: 312-313.
68. Boston DW, Graver HT (1994). Histobacteriological analysis of acid red dye-stainable dentin found beneath intact amalgam restorations. *Oper Dent* 19: 65-69.
69. Uygun G (2007). Diş Hekimliğinde El Hijyeni ve Lateks Allerjisi. 5 Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, Antalya, 4-8 Nisan 2007, 648-661.
70. Samaranayake LP (2002). *Essential Microbiology for Dentistry*. 2ed. China: Elsevier, 276-295.
71. Fardal O, Turnbull RS (1986). A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *J Am Dent Assoc* 112: 863-869.
72. van Strijp AJ, van Steenberghe TJ, ten Cate JM (1997). Effects of chlorhexidine on the bacterial colonization and degradation of dentin and completely demineralized dentin in situ. *Eur J Oral Sci* 105: 27-35
73. Atac AS, Cehreli ZC, Sener B (2001). Antibacterial activity of fifth-generation dentin bonding systems. *J Endod* 27:730-733.
74. Emilson CG, Bergenholtz G (1993). Antibacterial activity of dentinal bonding agents. *Quintessence Int* 24: 511-515.
75. Indira MD, Nandlal B (2010). Comparative evaluation of the effect of cavity disinfectants on the fracture resistance of primary molars restored with indirect composite inlays: an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 28: 258-263.
76. Sassone LM, Fidel RA, Fidel SR, Dias M, Hirata RJ (2003). Antimicrobial activity of different concentrations of NaOCl and chlorhexidine using a contact test. *Braz Dent J* 14: 99-102.
77. Zheng CY, Wang ZH (2011). Effects of chlorhexidine, listerine and fluoride listerine mouthrinses on four putative root-caries pathogens in the biofilm. *Chin J Dent Res* 14: 135-140.
78. Bidar M, Hooshia S, Naderinasab M, Moazzami M, Orafaee H, Naghavi N (2012) Comparative study of the antimicrobial effect of three irrigant solutions

(chlorhexidine, sodium hypochlorite and chlorhexidinated MUMS). J Contemp Dent Pract 13: 436-439.

79. McDonnell G, Russell AD (1999). Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. Clin Microbiol Rev 12: 147-179.
80. Arslan S, Yazici AR, Gorucu J, Pala K, Antonson DE, Antonson SA (2012). Comparison of the effects of Er,Cr:YSGG laser and different cavity disinfection agents on microleakage of current adhesives. Lasers Med Sci 27: 805-811.
81. Özel EYH, Say EC, Kocagöz S (2005). Evaluation the antibacterial activity of disinfectant solutions and phosphoric acids against *Streptococcus mutans*. Hacettepe Diş Hek Fak Derg 29: 8-14.
82. Berber VB, Gomes BP, Sena NT, Vianna ME, Ferraz CC, Zaia AA (2006). Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. Int Endod J 39: 10-17.
83. Piva E, Martos J, Demarco FF (2001). Microleakage in amalgam restorations: influence of cavity cleanser solutions and anticariogenic agents. Oper Dent 260: 383-388.
84. Peker DÖB (1993). Sodyum hipokloritin fikse ve fikse olmayan insan pulpa dokularını çözücü etkisi. HÜ Dis Hek Fak Derg 21: 21-23.
85. Pioch T, Kobaslija S, Schagen B, Gotz H (1999). Interfacial micromorphology and tensile bond strength of dentin bonding systems after NaOCl treatment. J Adhes Dent 1: 135-142.
86. Nikaido TNN (1988). Relationship between polymerization and adhesion to teeth. Adhesive Dent 6: 2229-2234
87. Ohara P, Torabinejad M, Kettering JD (1993). Antibacterial effects of various endodontic medicaments on selected anaerobic bacteria. J Endod 19: 498-500.
88. Baum L PR, Lund MR (1995). Textbook of Operative Dentistry. 3rd ed. Oxford: WB Saunders, 376-382
89. Gultz J, Do L, Boylan R, Kaim J, Scherer W (1999). Antimicrobial activity of cavity disinfectants. Gen Dent 47: 187-90.
90. Scheie AA (1989). Modes of Action of Currently Known Chemical Anti-plaque Agents other than Chlorhexidine. J Dent Res 68: 1609-1616.

91. Turkun M, Turkun LS, Ergucu Z, Ates M (2006). Is an antibacterial adhesive system more effective than cavity disinfectants? Am J Dent 19: 166-170.
92. Albay A (2005) El antiseptiklerinde cilt koruyucu maddeler: Katkıları nelerdir? Antiseptik etkinliğinde değişiklik yapar mı? El antiseptiklerinde kombinasyonlar: Farkları nelerdir? 4. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, Antalya, 1-4 Nisan 2005, 41-58.
93. Franchi MLB (1995). Effects of acid etching solutions on human enamel and dentin. Quintessence Int 26: 431-435.
94. Ersöz EÖP (1999). The effect of various acids in different concentrations on the dentin surface, a SEM study. Türkiye Klin Diş Hek Bil Derg 5: 55-59
95. Featherstone JD (1999). Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. Community Dent Oral Epidemiol 27: 31-40.
96. Thylstrup A (1990). Clinical evidence of the role of pre-eruptive fluoride in caries prevention. J Dent Res 69: 742-50.
97. Hamilton IR (1990). Biochemical effects of fluoride on oral bacteria. J Dent Res 69: 660-667.
98. Tuzuner T, Ulusoy AT, Baygin O, Yahyaoglu G, Yalcin I, Buruk K (2013). Direct and Transdental (Indirect) Antibacterial Activity of Commercially Available Dental Gel Formulations against *Streptococcus mutans*. Med Princ Pract 3: 1-5
99. Özcan Ü Hİ, Sümer Z (2009). Sodyum hipoklorit, klorheksidin ve propolis içerikli solüsyonların Potasyum Titanyum Fosfat LAzer ile birlikte kullanımlarının *Candida Albicans* üzerine etkilerinin incelenmesi. Cumhuriyet Dent J 12: 33-38.
100. Hepşen FTF, Er H (1996). Propolis: Tıbbi özellikleri ve oftalmolojik kullanımı. Turgut Özal Merkezi Tıp Der 3: 386-391
101. Burdock GA (1998). Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). Food Chem Toxicol 36: 347-363.
102. Kartal M, Yildiz S, Kaya S, Kurucu S, Topcu G (2003). Antimicrobial activity of propolis samples from two different regions of Anatolia. J Ethnopharmacol 86: 69-73.
103. Reynolds T, Dweck AC (1999). Aloe vera leaf gel: a review update. J Ethnopharmacol 68: 3-37.

104. Ndhkala AR, Amoo SO, Stafford GI, Finnie JF, Van Staden J (2009). Antimicrobial, anti-inflammatory and mutagenic investigation of the South African tree aloe (*Aloe barberae*). *J Ethnopharmacol* 124: 404-408.
105. George D, Bhat SS, Antony B (2009). Comparative evaluation of the antimicrobial efficacy of aloe vera tooth gel and two popular commercial toothpastes: an in vitro study. *Gen Dent* 57: 238-241.
106. Azarpazhooh A, Limeback H (2008). The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *J Dent* 36: 104-116.
107. Baysan A, Whiley RA, Lynch E (2000). Antimicrobial effect of a novel ozone-generating device on micro-organisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Res* 34: 498-501.
108. Konopka K, Goslinski T (2007). Photodynamic therapy in dentistry. *J Dent Res* 86: 694-707.
109. Demidova TN, Hamblin MR (2004). Photodynamic therapy targeted to pathogens. *Int J Immunopathol Pharmacol* 17: 245-254.
110. Komerik N, MacRobert AJ (2006). Photodynamic therapy as an alternative antimicrobial modality for oral infections. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 25: 487-504.
111. Wainwright M (1998). Photodynamic antimicrobial chemotherapy (PACT). *J Antimicrob Chemother* 42:13-28.
112. Hamblin MR, Hasan T (2004). Photodynamic therapy: a new antimicrobial approach to infectious disease? *Photochem Photobiol Sci* 5: 436-450.
113. Kubler A, Niziol C, Sidhu M, Dunne A, Werner JA (2005). Analysis of cost effectiveness of photodynamic therapy with Foscan (Foscan-PDT) in comparison with palliative chemotherapy in patients with advanced head-neck tumors in Germany. *Laryngorhinootologie* 84: 725-732.
114. Salva KA (2002). Photodynamic therapy: unapproved uses, dosages, or indications. *Clin Dermatol* 20: 571-581.
115. Cengiz T, Önal B (1991). Endodontik Lazer. *Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 15: 61- 63.
116. Hecht J (1999). *The Laser Guidebook*. 2nd ed. USA: McGraw-Hill Professional, 8-10.

117. Myers TD, Myers WD, Stone RM (1989). First soft tissue study utilizing a pulsed Nd:YAG dental laser. *Northwest Dent* 68: 14-17.
118. Gimbel CB (2000). Hard tissue laser procedures. *Dent Clin North Am* 44: 931-953.
119. Bader C, Krejci I (2006). Indications and limitations of Er:YAG laser applications in dentistry. *Am J Dent* 19: 178-186.
120. Floratos DL, de la Rosette JJ (1999). Lasers in urology. *BJU Int* 84: 204-211.
121. Midda M, Renton-Harper P (1991). Lasers in dentistry. *Br Dent J* 170: 343-346.
122. Coluzzi DJ (2008). An overview of lasers in dentistry. *Alpha Omegan* 101: 125-126.
123. Coluzzi DJ (2004). Lasers in dentistry. *J Am Dent Assoc* 6: 698-700.
124. Dederich DN (1993). Laser Tissue Interaction - What Happens to Laser-Light When It Strikes Tissue. *J Am Dent Assoc* 124: 57-61.
125. BevdK. E.S.C ve Sharplan Lazerleri Türkiye Temsilciliği Ortadoğu A.Ş. Bilimsel yayın serisi (1999). Lazer prensipleri Engin Matbaacılık, İstanbul.
126. Parker S (2007). Verifiable CPD paper: laser-tissue interaction. *Br Dent J* 202: 73-81.
127. Fasbinder DJ (2008). Dental laser technology. *Compend Contin Educ Dent* 29: 452-454.
128. Pick RM, Powell GL (1993). Laser in dentistry. Soft-tissue procedures. *Dent Clin North Am* 37: 281-296.
129. Goldman L (1982). An introduction to lasers and laser systems. *Applications of the Laser*. Reprint ed. USA: CRC Pres Inc, 11-15.
130. Arcoria CJ, Steele RE, Wagner MJ, Judy MM, Matthews JL, Hults DF (1991). Enamel surface roughness and dental pulp response to coaxial carbon dioxide-neodymium: YAG laser irradiation. *J Dent* 19: 85-91.
131. Coluzzi DJ (2004). Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am* 48: 751-770.
132. Powell GL, Anderson JR, Blankenau RJ (1999). Laser and curing light induced in vitro pulpal temperature changes. *J Clin Laser Med Surg* 17: 3-5.

133. Martins GR, Cavalcanti BN, Rode SM (2006). Increases in intrapulpal temperature during polymerization of composite resin. *J Prosthet Dent* 96: 328-331.
134. Dederich DN, Bushick RD, Affairs ADACoS (2004). Division of S, Journal of the American Dental A. Lasers in dentistry: separating science from hype. *J Am Dent Assoc* 135: 204-212.
135. McNally KM, Gillings BR, Dawes JM (1999). Dye-assisted diode laser ablation of carious enamel and dentine. *Aust Dent J* 44: 169-175.
136. Utsunomiya T (1998). A histopathological study of the effects of low-power laser irradiation on wound healing of exposed dental pulp tissues in dogs, with special reference to lectins and collagens. *J Endod* 24:187-193.
137. da Costa Ribeiro A, Nogueira GE, Antoniazzi JH, Moritz A, Zezell DM (2007). Effects of diode laser (810 nm) irradiation on root canal walls: thermographic and morphological studies. *J Endod* 33: 252-255.
138. Miserendino LJ, Neiburger EJ, Walia H, Luebke N, Brantley W (1989) Thermal effects of continuous wave CO2 laser exposure on human teeth: an in vitro study. *J Endod* 15: 302-305.
139. Yu DG, Kimura Y, Tomita Y, Nakamura Y, Watanabe H, Matsumoto K (2000). Study on removal effects of filling materials and broken files from root canals using pulsed Nd:YAG laser. *J Clin Laser Med Surg* 18: 23-28.
140. Schwarz F, Aoki A, Becker J, Sculean A (2008). Laser application in non-surgical periodontal therapy: a systematic review. *J Clin Periodontol* 38: 29-44.
141. Walsh JT, Flotte TJ, Deutsch TF (1989);. Er Yag Laser Ablation of Tissue - Effect of Pulse Duration and Tissue-Type on Thermal-Damage. *Lasers Surg Med* 9: 314-326.
142. Paghdiwala AF, Vaidyanathan TK, Paghdiwala MF (1993). Evaluation of Erbium-Yag Laser-Radiation of Hard Dental-Tissues - Analysis of Temperature-Changes, Depth of Cuts and Structural Effects. *Scanning Microscopy* 7: 989-997.
143. Walsh LJ (2003). The current status of laser applications in dentistry. *Aust Dent J* 48: 146-155.

144. Hadley J, Young DA, Eversole LR, Gornbein JA (2000). A laser-powered hydrokinetic system - For caries removal and cavity preparation. J Am Dent Assoc 131: 777-785.
145. Eversole LR, Rizioiu IM (1995). Preliminary investigations on the utility of an erbium, chromium YSGG laser. J Calif Dent Assoc 23: 41-47.
146. Tokonabe H, Kouji R, Watanabe H, Nakamura Y, Matsumoto K (1999). Morphological changes of human teeth with Er:YAG laser irradiation. J Clin Laser Med Surg 17: 7-12.
147. DenBesten PK, White JM, Pelino J, Lee K, Parkins F (2000). A randomized prospective parallel controlled study of the safety and effectiveness of Er : YAG laser use in children for caries removal. Lasers in Dentistry 1: 171-174.
148. Keller U, Hibst R (1997). Effects of Er:YAG laser in caries treatment: A clinical pilot study. Lasers Surg Med 20: 32-38.
149. Whitters CJ, Strang R (2000). Preliminary investigation of a novel carbon dioxide laser for applications in dentistry. Lasers Surg Med 26: 262-269.
150. Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Murakami Y, Matsumoto K. (2002) Compositional and structural changes of human dentin following caries. removal by Er,Cr:YSGG laser irradiation in primary teeth. J Clin Pediatr Dent 26: 377-382.
151. Rizioiu IM, Eversole LR, Kimmel AI (1996). Effects of an erbium, chromium: yttrium, scandium, gallium, garnet laser on mucocutaneous soft tissues. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 82: 386-395.
152. Usumez A, Aykent F (2003). Bond strengths of porcelain laminate veneers to tooth surfaces prepared with acid and Er,Cr:YSGG laser etching. J Prosthet Dent 90: 24-30.
153. Turkun M, Turkun LS, Celik EU, Ates M (2006). Bactericidal effect of Er,Cr:YSGG laser on *Streptococcus mutans*. Dent Mater J 25: 81-86.
154. Klinke T, Klimm W, Gutknecht N (1997). Antibacterial effects of Nd:YAG laser irradiation within root canal dentin. J Clin Laser Med Surg 15: 29-31.
155. Gutknecht N, Franzen R, Schippers M, Lampert F (2004). Bactericidal effect of a 980-nm diode laser in the root canal wall dentin of bovine teeth. J Clin Laser Med Surg 22: 9-13.

156. Berutti E, Marini R, Angeretti A (1997). Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *J Endod* 23: 725-727.
157. Celik C, Ozel Y, Bagis B, Erkut S (2010). Effect of laser irradiation and cavity disinfectant application on the microtensile bond strength of different adhesive systems. *Photomed Laser Surg* 28: 267-272.
158. Biolase resmi sitesi, [http://www.biolase.com/Documents/ReferralFlyer\\_110211-READER.pdf](http://www.biolase.com/Documents/ReferralFlyer_110211-READER.pdf). (Accessed 6.6.2013).
159. Coluzzi DJ (2000). An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dent Clin North Am* 44: 753-765.
160. Milliard MJ ML, Aronoff BL, Hults D (1993). Soft tissue studies with 805 nm Diode laser radiation: Thermal effects with contact tips and comparison with 1064 nm Nd:YAG laser radiation. *Lasers Surg Med* 13: 528-536.
161. Goldman LGB, Van Lieu N (1987). Current laser dentistry. *Lasers Surg Med* 559-562.
162. Sulieman M (2005). An overview of the use of lasers in general dental practice: 1. Laser physics and tissue interactions. *Dent Update* 32: 228-330.
163. Strauss RA, Fallon SD (2004). Lasers in contemporary oral and maxillofacial surgery. *Dent Clin North Am* 48: 861-888.
164. Ribeiro AD, Nogueira GEC, Antoniazzi JH, Moritz A, Zezell DM (2007). Effects of diode laser (810 nm) irradiation on root canal walls: Thermographic and morphological studies. *J Endod* 33: 252-255.
165. Moritz A, Gutknecht N, Schoop U, Goharkhay K, Doertbudak O, Sperr W (1997). Irradiation of infected root canals with a diode laser in vivo: Results of microbiological examinations. *Lasers Surg Med* 21: 221-226.
166. Biolase resmi sitesi, [http://www.biolase.com/products/ezlase/images/ezlase\\_Brochure.pdf](http://www.biolase.com/products/ezlase/images/ezlase_Brochure.pdf) Accessed 6.6.2013
167. Gutknecht N FR, Vanmeersch L, Lamperet F (2005) Lasers in Pediatric Dentistry. *J Oral Laser Appl* 5: 207-218.
168. Genovese MD, Olivi G (2008). Laser in paediatric dentistry: patient acceptance of hard and soft tissue therapy. *Eur J Paediatr Dent* 9: 13-17.

169. Kornblit R, Trapani D, Bossu M, Muller-Bolla M, Rocca JP, Polimeni A (2008). The use of Erbium:YAG laser for caries removal in paediatric patients following Minimally Invasive Dentistry concepts. *Eur J Paediatr Dent* 9: 81-87.
170. Cehreli SB, Gungor HC, Karabulut E (2006). Er,Cr:YSGG laser pretreatment of primary teeth for bonded fissure sealant application: A quantitative microleakage study. *J of Adhesive Dent* 8: 381-386.
171. Hafez AA, Cox CF, Tarim B, Otsuki M, Akimoto N (2002). An in vivo evaluation of hemorrhage control using sodium hypochlorite and direct capping with a one- or two-component adhesive system in exposed nonhuman primate pulps. *Quintessence Int* 33: 261-272.
172. Eduardo Fde P BD, de Freitas PM, Marques MM, Passos-Bueno MR, Eduardo Cde P, Zatz M (2008). Stem cell proliferation under low intensity laser irradiation: a preliminary study. *Lasers Surg Med* 40: 433-438.
173. Moritz A, Schoop U, Goharkhay K, Sperr W (1998). Advantages of a pulsed CO2 laser in direct pulp capping: a long-term in vivo study. *Lasers Surg Med* 22: 288-293.
174. Olivi G, Genovese MD, Maturo P, Docimo R (2007). Pulp capping: advantages of using laser technology. *Eur J Paediatr Dent* 8: 89-95.
175. Huth KC, Hajek-Al-Khatat N, Wolf P, Ilie N, Hickel R, Paschos E (2012). Long-term effectiveness of four pulpotomy techniques: 3-year randomised controlled trial. *Clin Oral Investig* 16: 1243-1250.
176. Stabholz A, Zeltser R, Sela M, Peretz B, Moshonov J, Ziskind D (2003). The use of lasers in dentistry: principles of operation and clinical applications. *Compend Contin Educ Dent* 24: 935-948.
177. Olivi G, Genovese MD, Caprioglio C (2009). Evidence-based dentistry on laser paediatric dentistry: review and outlook. *Eur J Paediatr Dent* 10: 29-40.
178. Featherstone JD (2000). Caries detection and prevention with laser energy. *Dent Clin North Am* 4: 955-969.
179. Steiner-Oliveira C, Rodrigues LK, Lima EB, Nobre-dos-Santos M (2008). Effect of the CO2 laser combined with fluoridated products on the inhibition of enamel demineralization. *J Contemp Dent Pract* 9: 113-121.

180. Zezell DM, Boari HG, Ana PA, Eduardo Cde P, Powell GL (2009). Nd:YAG laser in caries prevention: a clinical trial. *Lasers Surg Med* 41: 31-35.
181. Liu Y, Hsu CY, Teo CM, Teoh SH (2013). Potential mechanism for the laser-fluoride effect on enamel demineralization. *J Dent Res* 92: 71-75.
182. Zamataro CB, Ana PA, Benetti C, Zezell DM (2013). Influence of Er,Cr:YSGG Laser on CaF<sub>2</sub>-like products formation because of professional acidulated fluoride or to domestic dentifrice application. *Microsc Res Tech* 1: 1-10.
183. Carvalho FB, Barbosa AF, Zanin FA, Brugnera Junior A, Silveira Junior L, Pinheiro AL (2013). Use of laser fluorescence in dental caries diagnosis: a fluorescence x biomolecular vibrational spectroscopic comparative study. *Braz Dent J* 24: 59-63.
184. Moritz A (2006). Low level laser therapy. Oral laser application. Berlin: Quintessenz, 521-538.
185. Nussbaum EL, Lilge L, Mazzulli T (2003). Effects of low-level laser therapy (LLLT) of 810 nm upon in vitro growth of bacteria: relevance of irradiance and radiant exposure. *J Clin Laser Med Surg* 21: 283-290.
186. Lino MD, Carvalho FB, Oliveira LR, Magalhaes EB, Pinheiro AL, Ramalho LM (2011). Laser phototherapy as a treatment for radiotherapy-induced oral mucositis. *Braz Dent J* 22: 162-165.
187. [http://en.wikipedia.org/wiki/Laser\\_safety](http://en.wikipedia.org/wiki/Laser_safety). Accessed 6.6.2013
188. [http://webstore.iec.ch/preview/info\\_iec60825-1%7Bed2.0%7Db.pdf](http://webstore.iec.ch/preview/info_iec60825-1%7Bed2.0%7Db.pdf). Accessed 6.6.2013
189. <http://www.doh.state.fl.us/environment/radiation/regs/chapter64E-4.pdf> Accessed 6.6.2013
190. Technical Specification (2003). Dental materials-Testing of adhesion to tooth structure. ISO/TS 11405
191. Price RB, Hall GC (1999). In vitro comparison of 10-minute versus 24-hour shear bond strengths of six dentin bonding systems. *Quintessence Int* 30: 122-134.
192. Mathis RS, DeWald JP, Moody CR, Ferracane JL (1990). Marginal leakage in class V composite resin restorations with glass ionomer liners in vitro. *J Prosthet Dent* 63: 522-525.

193. Ozer F, Karakaya S, Unlu N, Erganis O, Kav K, Imazato S (2003). Comparison of antibacterial activity of two dentin bonding systems using agar well technique and tooth cavity model. *J Dent* 31: 111-116.
194. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M (2002). Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res* 81: 472-476.
195. Ergucu Z, Hiller KA, Schmalz G (2005). Influence of dentin on the effectiveness of antibacterial agents. *J Endod* 31:124-129.
196. Meiers JC, Miller GA (1996). Antibacterial activity of dentin bonding systems, resin-modified glass ionomers, and polyacid-modified composite resins. *Oper Dent* 21: 257-264.
197. Ohmori K, Maeda N, Kohno A (1999). Evaluation of antibacterial activity of three dentin primers using an in vitro tooth model. *Oper Dent* 24: 279-285.
198. Teke A (2007). Farklı dentin bağlayıcı sistemlerin süt dişlerindeki antibakteriyel etkinliklerinin değerlendirilmesi. Doktora tezi SÜSBE, Konya.
199. Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W (2000). Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol* 45: 355-361.
200. Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK (1998). The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114: 514-519.
201. Emilson CG (1994). Potential efficacy of chlorhexidine against mutans streptococci and human dental caries. *J Dent Res* 73: 682-691.
202. Erganiş O, Öztürk A (2003). *Oral Mikrobiyoloji & İmmünoloji*. Nobel Matbaacılık, İstanbul, 91-109.
203. Jones CG (1997). Chlorhexidine: is it still the gold standard? *Periodontol* 2000 15: 55-62.
204. Schaeken MJ, Keltjens HM, Van Der Hoeven JS (1991). Effects of fluoride and chlorhexidine on the microflora of dental root surfaces and progression of root-surface caries. *J Dent Res* 70: 150-153.
205. Lessa FC, Nogueira I, Vargas Fda S, Spolidorio DM, Hebling J, Garcia-Godoy F (2010). Direct and transdentinal antibacterial activity of chlorhexidine. *Am J Dent* 23: 255-259.

206. Lessa FC, Nogueira I, Huck C, Hebling J, Costa CA (2010). Transdental cytotoxic effects of different concentrations of chlorhexidine gel applied on acid-conditioned dentin substrate. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 92: 40-47.
207. Totu İF (2006). Kavite dezenfektanlarının ve antibakteriyel dentin bonding sisteminin, kompozit restorasyonların mikrosızıntı ve bağlanma kuvvetlerine etkisi. Doktora tezi, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
208. Lambert RJ, Skandamis PN, Coote PJ, Nychas GJ (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. J Appl Microbiol 91: 453-462.
209. Şengün ADİ, Hadımlı HH, Oruçoğlu H, Özer F (2008). Comparison of antibacterial activity of some current desensitizers using agar well technique. SÜ Dişhek Fak Der 17: 22-26.
210. Erdem AP, Sepet E, Kulekci G, Trosola SC, Guven Y (2012). Effects of Two Fluoride Varnishes and One Fluoride/Chlorhexidine Varnish on *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus* Biofilm Formation in Vitro. Inter J of Medil Sci 9: 129-136.
211. Baygin O, Tuzuner T, Ozel MB, Bostanoglu O (2013). Comparison of combined application treatment with one-visit varnish treatments in an orthodontic population. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 18: 362-370.
212. Subramaniam P, Naidu P (2009). Effect of Tooth Mousse Plus and Cervitec gel on *S. mutans*. J Minim Interv Dent 2: 164-169
213. Cosyn J, Wyn I, De Rouck T, Collys K, Bottenberg P, Matthijs S (2005). Short-term anti-plaque effect of two chlorhexidine varnishes. J Clin Periodontol 32: 899-904.
214. Menteş AR DL, Tanboğa İ, Taşyürekli M (1995). İki değişik floridli verniğin in vivo oluşan dental plak ultrasrükürüne etkisi. Pedodonti klinik /araştırma 1: 76-80.
215. Bowden GH (1990). Effects of fluoride on the microbial ecology of dental plaque. J Dent Res 8: 653-659.
216. Pandit S, Kim JE, Jung KH, Chang KW, Jeon JG (2011). Effect of sodium fluoride on the virulence factors and composition of *Streptococcus mutans* biofilms. Arch Oral Biol 56: 643-649.

217. Bradshaw DJ, Marsh PD, Hodgson RJ, Visser JM (2002). Effects of glucose and fluoride on competition and metabolism within in vitro dental bacterial communities and biofilms. *Caries Res* 36: 81-86.
218. Steinberg D, Rozen R, Klausner EA, Zachs B, Friedman M (2002). Formulation, development and characterization of sustained release varnishes containing amine and stannous fluorides. *Caries Res* 36: 411-416.
219. Guide to Silane Solutions From Dow Corning. (2006) Available from: <http://www.dowcorning.com/content/publishedlit/silane-guide-pdf>. Accessed: 6.6.2013
220. Jeevarathan J, Deepti A, Muthu MS, Rathna Prabhu V, Chamundeeswari GS (2007). Effect of fluoride varnish on *Streptococcus mutans* counts in plaque of caries-free children using Dentocult SM strip mutans test: a randomized controlled triple blind study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 25: 157-163.
221. Ostengo MA WB, Macias MEN (2005). Inhibitory effect of sodium fluoride and chlorhexidine on the growth of oral lactobacilli. *Can J Microbiol* 51: 133-140.
222. Clapper WE (1947) The Effect of Sodium Fluoride on the Metabolism of Oral Lactobacilli. *Exp Biol Med* 65: 333-336.
223. Azarpazhooh A, Shah PS, Tenenbaum HC, Goldberg MB (2010). The effect of photodynamic therapy for periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol* 81: 4-14.
224. Zanin IC, Lobo MM, Rodrigues LK, Pimenta LA, Hofling JF, Goncalves RB (2006). Photosensitization of in vitro biofilms by toluidine blue O combined with a light-emitting diode. *Eur J Oral Sci* 114: 64-69.
225. Zanin IC, Goncalves RB, Junior AB, Hope CK, Pratten J (2005). Susceptibility of *Streptococcus mutans* biofilms to photodynamic therapy: an in vitro study. *J Antimicrob Chemother* 56: 324-330.
226. Longo JP, Leal SC, Simioni AR, de Fatima Menezes Almeida-Santos M, Tedesco AC, Azevedo RB (2012). Photodynamic therapy disinfection of carious tissue mediated by aluminum-chloride-phthalocyanine entrapped in cationic liposomes: an in vitro and clinical study. *Lasers Med Sci* 27: 575-584.
227. Mehrvarzfar P, Saghiri MA, Asatourian A, Fekrazad R, Karamifar K, Eslami G (2011). Additive effect of a diode laser on the antibacterial activity of 2.5%

- NaOCl, 2% CHX and MTAD against *Enterococcus faecalis* contaminating root canals: an in vitro study. J Oral Sci 53: 355-360.
228. Basso FG, Oliveira CF, Fontana A, Kurachi C, Bagnato VS, Spolidorio DM (2011). In Vitro effect of low-level laser therapy on typical oral microbial biofilms. Braz Dent J 22: 502-510.
229. Lee BS, Lin YW, Chia JS, Hsieh TT, Chen MH, Lin CP (2006). Bactericidal effects of diode laser on *Streptococcus mutans* after irradiation through different thickness of dentin. Lasers Surg Med 38: 62-69.
230. Nor JE, Feigal RJ, Dennison JB, Edwards CA (1996). Dentin bonding: SEM comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. J Dent Res 75:1396-1403.
231. Courson F, Bouter D, Ruse ND, Degrange M (2005). Bond strengths of nine current dentine adhesive systems to primary and permanent teeth. J Oral Rehabil 32: 296-303.
232. Baghdadi ZD (2003). Bond strengths of Dyract AP compomer material to dentin of permanent and primary molars: phosphoric acid versus non-rinse conditioner. J Dent Child Chic 70: 145-152.
233. Say EC KF, Tarım B, Soyman M, Gülmez T (2004). In vitro Effect of Cavity Disinfectants on the Bond Strength of Dentin Bonding Systems. Quintessence Int 35: 56-60.
234. Korkmaz Y, Baseren M (2008). Effect of antibacterial varnishes applied to root dentin on shear bond strength of tooth-colored restorative materials. Oper Dent 33: 65-71.
235. Zorba YO, Erdemir A, Ercan E, Eldeniz AU, Kalaycioglu B, Ulker M (2010). The effects of three different desensitizing agents on the shear bond strength of composite resin bonding agents. J Mech Behav Biomed Mater 3: 399-404.
236. Akca T, Yazici AR, Celik C, Ozgunaltay G, Dayangac B (2007). The effect of desensitizing treatments on the bond strength of resin composite to dentin mediated by a self-etching primer. Oper Dent 32: 451-456.
237. Karaarslan EŞ, Cebe MA, Üşümez A (2010). Işıklı aktive edilen dezenfeksiyon işlemi uygulanmış kompozit restorasyonlarda mikrosızıntının değerlendirilmesi. Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 34: 2-9.

238. Hossain M, Nakamura Y, Tamaki Y, Yamada Y, Murakami Y, Matsumoto K (2003). Atomic analysis and knoop hardness measurement of the cavity floor prepared by Er,Cr:YSGG laser irradiation in vitro. *J Oral Rehabil* 30: 515-21.
239. Bachmann L, Diebolder R, Hibst R, Zezell DM (2005). Changes in chemical composition and collagen structure of dentine tissue after erbium laser irradiation. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc* 61: 2634-2639.
240. Arisu HD, Kivanc BH, Saglam BC, Simsek E, Gorgul G (2013). Effect of post-space treatments on the push-out bond strength and failure modes of glass fibre posts. *Aust Endod J* 39: 19-24.
241. Garcia Lda F, Naves LZ, Correr-Sobrinho L, Consani S, Pires-De-Souza Fde C (2010). Bond strength of a self-adhesive resinous cement to root dentin irradiated with a 980-nm diode laser. *Acta Odontol Scand* 68: 171-179.
242. Cardoso MV, Coutinho E, Ermis RB, Poitevin A, Van Landuyt K, De Munck J (2008). Influence of dentin cavity surface finishing on micro-tensile bond strength of adhesives. *Dent Mater* 240: 492-501.
243. Arslan S, Yazici AR, Gorucu J, Ertan A, Pala K, Ustun Y (2011) Effects of different cavity disinfectants on shear bond strength of a silorane-based resin composite. *J Contemp Dent Pract* 12: 279-86.
244. Geraldo-Martins VR, Robles FR, Matos AB (2007). Chlorhexidine's effect on sealing ability of composite restorations following Er:YAG laser cavity preparation. *J Contemp Dent Pract* 8: 26-33.
245. Tulunoglu O, Ayhan H, Olmez A, Bodur H (1998). The effect of cavity disinfectants on microleakage in dentin bonding systems. *J Clin Pediatr Dent* 22: 299-305.
246. Türkün M TL, Kalender A (2004). Effect of cavity disinfectants on the sealing ability of nonrinsing dentin-bonding resins. *Quintessence Int* 35: 469-476.
247. Nystrom GP, Holtan JR, Olin PS, Douglas WH (1989). Technical note: fluoride pre-treatment effects on microleakage of a resin bonding agent. *Dent Mater* 5: 359-360.
248. Özkır SE, Bilici Ö (2010). Post-kor restorasyonların üzerine yapılan kronlarda iki farklı pürüzlendirme yönteminin mikrosızıntıya etkisi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 20: 92-99

**T.C. KARADENİZ  
TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
Rektörlük



**KARADENİZ  
TECHNICAL UNIVERSITY**  
Rector's Office



**Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi**



**Sayı/Ref** : B.30.2.KTÜ.0.06.01 / 1200

20 / 09 / 2014

**Konu/Subj.** : Proje Davetiyesi Hk.

**Proje adı** : Süt Dişlerinde Farklı Lazer Sistemlerinin Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılması Ve Kompomer Restorasyonlar İle Birlikte Kullanımının Mikrosızıntı ve Mikrogerilim Bağlanma Kuvvetlerine Etkilerinin İn Vitro İncelenmesi

**Sayın** : Yrd.Doç.Dr. Özgül BAYGIN ,

Üniversitemiz Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP), öğretim üyelerimize sağladığı proje destekleri ile üniversitemiz araştırma kapasite ve becerisinin gelişmesi ve iyileşmesi için en önemli birimlerden biridir. Bu desteklerle, bilim literatürüne özgün katkılar sağlamak, ülkemizin öncelikli araştırma alanlarında araştırmalar yaparak teknoloji üretimine ve dolayısıyla rekabet gücüne katkıda bulunmak ve bölgemizin ve ülkemizin sosyo-ekonomik ve kültürel gelişimine katkılar sağlamak amaçlanmıştır.

Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, yukarıda tanımlanan hedeflere erişebilmek için kısıtlı bütçe kaynaklarını etkin ve verimli bir biçimde kullanmak durumundadır.

Bu gerçek ışığında, üniversitemiz Bilimsel Araştırma Komisyonu görüşü ve ilgili idari birimlerin yaptıkları değerlendirmeler neticesinde yukarıda bilgileri verilen projenizin

11.500,00 TL ile desteklenmesi uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica eder, çalışmalarınızda başarılar dilerim.

  
**Prof.Dr. Orhan AYDIN**  
Rektör Yrd.,  
BAP Komisyonu Başkanı

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**T.C. Kimlik/Pasaport No** :  
**Soyadı, Adı** : ARSLAN İpek  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum tarihi ve yeri** : 24.01.1984, Sakarya  
**Medeni hali** : Bekar  
**Telefon** : 04623774771  
**Faks:**  
**E-Posta** : sareipekarslan@gmail.com  
**Yazışma adresi** : KTÜ Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti AD

### EĞİTİM BİLGİLERİ

| Derece | Mezun Olduğu Kurumun Adı                    | Mezuniyet Yılı |
|--------|---------------------------------------------|----------------|
| Lisans | Marmara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi | 2008           |
| Lise   | Sakarya Anadolu Lisesi                      | 2002           |

### AKADEMİK/MESLEKİ DENEYİMİ

| Görevi | Kurum                                             | Süre      |
|--------|---------------------------------------------------|-----------|
| 1.     | KTÜ Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti AD Arş. Gör. | 2008-2013 |