

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**SURFAKTANLI EDTA SOLÜSYONLARININ  
GENÇ VE YAŞLI DENTİNİN ADEZİV ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**Dt. Çiğdem DİK  
UZMANLIK TEZİ**

**ANKARA  
2017**



**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**SURFAKTANLI EDTA SOLÜSYONLARININ  
GENÇ VE YAŞLI DENTİNİN ADEZİV ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**Dt. Çiğdem DİK  
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Hatice DOĞAN BUZOĞLU**

**ANKARA  
2017**

**ONAY SAYFASI**

02/03/2017

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına

Dt.Çiğdem Dik'in 02.03.2017 tarihinde jürimiz önünde yaptığı savunmasında "Sürfaktanlı EDTA Solüsyonlarının Genç Ve Yaşlı Dentinde Adeziv Özelliklerine Olan Etkisinin İncelenmesi" başlıklı çalışması jürimiz tarafından Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

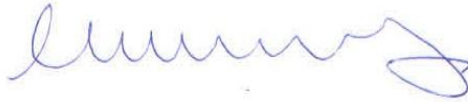
Jüri Başkanı : Prof. Dr. Bahar Özçelik




Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hatice Doğan Buzoğlu



Üye : Prof. Dr. Cemal Tınaz



ONAY : Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıda jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Osman Taha KÖSEÖĞLU  
Dekan Vekili

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Fakültemiz tarafından onaylanan uzmanlık tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

**o Tezimin tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**



Cigdem Dik

18/06/2017

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, bu doktora tezinin ortaya çıkmasında katkı ve emeklerini esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Hatice Doğan Buzoğlu'na

Yetişemediğim her an yardımına ve koşan ve tezimde sonsuz katkısı olan Dr. Emel Uzunoğlu'na,

Mesleki hayatımda ve kişisel gelişimimde bana yol gosteren başta abilerim Doç. Dr. M. Özgür UYANIK, Doç. Dr. Emre NAGAŐ ve Doç. Dr. Behram TUNÇEL olmak üzere Hacettepe Endodonti Bölümündeki bütün hocalarıma,

Zor zamanlarımda yanımda olan, mutluluğumda sevincimi paylaşan asistan ve uzman arkadaşlarıma,

Beni bugünlere getiren sonsuz sevgi ve destekleriyle her zaman yanımda olan annem Tunay Dik'e, babam Selim Dik'e ve kardeşlerim Doruk Dik ve Başak Dik'e,

Her zaman desteğini hissetiğim biricik nişanlım Tuna Güzel'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (H.Ü.B.A.B Proje No:15/669-08)

## ÖZET

**Dik Ç. Sürfaktanlı edta solüsyonlarının genç ve yaşlı dentinin adeviz özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilimdalı Uzmanlık Tezi, Ankara, 2017.** Bu çalışmanın amacı surfaktanlı EDTA solüsyonlarının genç ve yaşlı kron ve kök dentinindeki bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirilmesidir. Çalışmamızda kök dentini bağlanma dayanımı ölçümleri için çekilmiş 32 adet 30 yaş altı bireylere ait ve 32 adet 60 yaş üstü bireylere ait tek köklü, tek kanallı dişler kullanıldı. Kronları uzaklaştırılan kök kanalları protaper sistemi ile F4 masterapikal eğe olucak şekilde genişletildi. Her eğe değişiminde kök kanalları 2 ml NaOCl kullanılarak irrigate edildi. Her iki yaş grubundaki kök kanalları kullanılacak EDTA solüsyonuna bağlı olarak üç gruba (EDTA, REDTA, EDTA-T) ayrıldı. İrrigasyon solüsyonu olarak 3'er ml EDTA, REDTA, ve EDTA-T solüsyonları 1 dakika süreyle uygulandı. Ardından final irrigasyonunu olarak tüm gruplar sırasıyla 3mL %2,5'luk NaOCl ve 3mL serum fizyolojik (SF) ile irrigate edildi. Kontrol grubunda ise sadece 3mL serum fizyolojik solüsyonu kullanıldı. AH+ patı ve protaper F4 gutası kullanılarak kök kanal dolgusu gerçekleştirildi. 1mm'lik horizontal kesitlere push-out bağlanma dayanımı testi yapıldı. Sonuçlar İki yönlü Varyans analizi ve Bonferroni testi ile değerlendirildi ( $p<0,05$ ). Kron dentini bağlanma dayanımı örnekleri için 24 adet 30 yaş altı bireylere, 24 adet 60 yaş üstü bireylere ait çekilmiş yirmi yaş dişi kullanıldı. Diş kronlarından diskler yardımıyla 15 adet düz dentin diskleri elde edildi. Oluşturulan smear tabakası 10 dakika %2,5'luk NaOCl solüsyonu ile muamele edildi. Kron dentin örneklerine Kök dentini örneklerindeki gibi aynı gruplar ve irrigasyon protokolü uygulandı. Restorasyon için Filtek Z250 ve self etch Universal Single Bond uygulandı Elde edilen kron örnekleri microtensile bağlanma dayanımı testi ile ölçüldü. Sonuçlar Kruskal Wallis yöntemi ve Mann Whitney U testi kullanılarak değerlendirildi. Sonuçlar incelendiğinde yaşa bağlı olarak bağlanma dayanımı değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Smear tabakasının EDTA solüsyonları ile uzaklaştırılması bağlanma dayanımı değerlerini arttırmıştır. En düşük yüzey gerilimi EDTA-T solüsyonunda ölçülmüştür, buna bağlı olarak en yüksek bağlanma dayanımı < 30 yaş grubundaki EDTA-T uygulanan örneklerde gözlenmiştir. Kron dentininde > 60 yaş grubundaki dentin örneklerine uygulanan surfaktanlı EDTA solüsyonlarının bağlanma dayanımına etkisi olmamıştır. Sonuç olarak EDTA solüsyonuna surfaktan ilave edilmesi bağlanma dayanımını arttırmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Genç ve yaşlı dentin, Sürfaktan, EDTA, push-out, microtensile, bağlanma dayanımı

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir.

## ABSTRACT

**Dik Ç., The effect of low surface tensioned-EDTA on bond strength of young and old dentin. Hacettepe University Faculty of Dentistry Department of Endodontics, Specialization Thesis, Ankara 2017.** The aims of this study is to evaluate the effect of different EDTA formulations on adhesiveness of young and old crown and root dentin. The teeth for push-out test collected equally into 2 groups according extraction reasons such as ortodontic and periodontic which is related to patients age for young (age < 30 years old) and old donors (age > 60 years old). The crowns and roots were separated using a water-cooled diamond bur. The root canals were prepared using ProTaper rotary instruments and preparation were completed F4 rotary instruments. During preparation, 3 mL of 2.5% NaOCl solution was used between each file. Each age group were divided into four subgroups (n=8) as follows: 3mL of 17% EDTA, REDTA, EDTA-T or saline as control group for 1 minute. For final irrigation 3 mL 2,5% NaOCl and 3mL salin was used. Root canals were filled with gutta-percha cones with AH Plus sealer. All roots were kept at 37°C and 100% relative humidity for 2 weeks. Each root was horizontally sectioned with a slow-speed, water-cooled diamond saw six discs approximately 1 mm thick were prepared from the apical, middle and coronal part of each root. Push-out bond strength was measured using a Universal Testing Machine at a crosshead speed of 1 mm/min. The means and standard deviations of the push-out bond strength were calculated for each group and the data were statistically analyzed using two-way Anova test allowed by Bonferroni test. Young (age >30 years old) and old (age>60 years old) crown dentin samples were obtained from 64 extracted human teeth for measurement of crown dentin microtensile bond strength. Flat dentin surfaces were irrigated with 2.5% NaOCl for 10 minutes and each main group were divided into four subgroups (n=8) according to final irrigation as follows: 3mL of EDTA, EDTA-T, REDTA or saline as control group. After restoring with total-etching adhesive system (3M Scotchbond Universal Adhesive), and resin composite (3M Filtek Z250 Hibrit composite), crowns were kept moistened at 37°C for 24 hours. Vertically sectioned samples were submitted to the microtensile test. Failure loads at crosshead speed of 0.5 mm/min<sup>-1</sup> were recorded. Data were analyzed statistically by Kruskal-Wallis and Mann-Whitney-U tests. Different EDTA formulations statistically did not affect the adhesiveness of dentin compared to saline in old dentin (p>0.05); while EDTA-T statistically improved the adhesiveness of dentin compared to EDTA and saline in young dentin samples (p<0.05). Moreover, the bond strength values of REDTA and EDTA-T were statistically higher in young dentin samples compared to old dentin (p<0.05). Using surfactants with EDTA may improve the adhesiveness of younger dentin. However, they were not affective in improving adhesiveness of older dentin samples. Further studies are need to evaluate the effect of longer exposure time on older dentin.

**Key words:** young and old dentin, surfactant, EDTA, push-out, microtensile, bond strength

This thesis study was supported by Hacettepe University Scientific Research Foundation.

**İÇİNDEKİLER**

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER	xi
TABLolar	xii
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	3
2.1. Dentinin Yapısal Özellikleri	3
2.1.1. Predentin	4
2.1.2. Primer Dentin	4
2.1.3. Sekonder Dentin	4
2.1.4. Tersiyer Dentin	5
2.1.5. İntertübüler Dentin	5
2.1.6. Peritübüller Dentin	5
2.1.7. İnterglobüler Dentin	6
2.1.8. Dentin Tübülleri	6
2.1.9. Dentin Sıvısı	7
2.2. Yaşlanmanın Diş Dokularına Etkisi	9
2.3. Smear Tabakası	12
2.4. İrrigasyon Solüsyonları	14
2.4.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)	16
2.4.2. EDTA	17
2.4.3. Sürfaktanlı EDTA Solüsyonları	20
2.5. Adezyonun Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler	24
2.5.1. Dışarı İtme Testi (Push-Out Testi):	25
2.5.2. Mikro Gerilim Testi (Microtensile Testi):	25
2.5.3. Makaslama Testi (Pull-Out Testi):	27

<b>3.GEREÇ VE YÖNTEM</b>	28
3.1. Deneylerde Kullanılacak Solüsyonların Hazırlanması	28
3.2. Solüsyonların Yüzey Gerilimlerinin Ölçülmesi	29
3.3. Çekilmiş Dişlerin Toplanması	30
3.4. Kök Kanallarının Kemomekanik Preparasyonu	31
3.5. İrrigasyon Protokolünün Uygulanması Ve Obturasyonun Tamamlanması	32
3.6. Kök Dentin Kesitlerinin Elde Edilmesi	34
3.7. Kök Kanal Dolgu Patının Kök Dentinine Bağlanma Dayanımının Ölçülmesi	34
3.8. Kron Dentin Örneklerinin Hazırlanması	36
3.9. İrrigasyon Solüsyonlarının Uygulanması	37
3.10. Kron Dentinine Adeziv Sistemin Uygulanması	38
3.11. Kron Dentin Kesitlerinin Elde Edilmesi	38
3.12. Kron Dentininin Bağlanma Dayanımının Ölçülmesi	39
<b>4. BULGULAR</b>	41
4.1. Kök Dentininin Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular	41
4.2. Kron Dentininin Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular	44
<b>5. TARTIŞMA</b>	48
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b>	64
<b>7. KAYNAKLAR</b>	65
<b>EKLER</b>	
Ek 1 Etik Kurul Onayı	

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
Å	Angstrom
ADA	American Dental Association (Amerika Diş Hekimleri Birliği)
ALP	Alkalen fosfat
Dk	Dakika
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
g	Gram
h	Yükseklik
H <sub>2</sub> O	Su
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mm <sup>2</sup>	Milimetre kare
mmHg	Milimetre civa
MPa	Megapaskal
N	Newton
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
SEM	Scanning electron microscope (Tarama Elektron Mikroskopu)
Std.	Sapma Standart sapma
µm	Mikrometre

**ŞEKİLLER**

<b>Şekil</b>		<b>Sayfa</b>
<b>2.1.</b>	Dentinin genel yapısı	6
<b>2.2.</b>	EDTA molekülünün kimyasal gösterimi.	18
<b>2.3.</b>	Solüsyonun Yüzey Geriliminin Ölçülmesi	22
<b>3.1.</b>	Solüsyonları Yüzey Gerilimlerinin Gonyometre Cihazı ile Ölçümü	30
<b>3.2.</b>	Kök kanal genişletmede kullanılan Protaper set	32
<b>3.3.-3.4.</b>	Kesitlerin Elde Edilmesi ve Kesit Kalınlıklarının Kontrolü	34
<b>3.5.- 3.6.</b>	Instron Cihazı ve Bağlanma Dayanımı Testinin Uygulanışı	35
<b>3.7.</b>	Stereomikroskop	36
<b>3.8.</b>	Örneklerden Kesitlerin Alınması	39
<b>3.9.</b>	Örneklerin Test Bloğuna Yapıştırılması	39
<b>3.10.</b>	Bağlanma Dayanımı Testlerinin Uygulanması	40
<b>4.1.</b>	Kök dentinine ait bağlanma dayanımı için ortalama ve standart sapma değerleri	42
<b>4.2.</b>	Kök Dentinine Ait Bağlanma Dayanımı İçin Shapiro Wilk Normalite Testi	43
<b>4.3.</b>	Kron dentinine ait bağlanma dayanımı için ortalama ve standart sapma değerleri	45
<b>4.4.</b>	Kron dentinine ait bağlanma dayanımı için normalite testi	46

**TABLolar**

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>3.1.</b> Deney grupları	33
<b>3.2.</b> Deneysel gruplar	37
<b>4.1.</b> Kök dentinine ait bağlanma dayanımının istatistiksel değerleri	43
<b>4.2.</b> Bağlanma dayanımı değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklı olan grupların gösterilmesi	44
<b>4.3.</b> Kron dentinine ait bağlanma dayanımının tanımlayıcı istatistiksel veriler	46
<b>4.4.</b> Bağlanma dayanımı verilerinin istatistiksel değerlendirilmesi	47

## 1. GİRİŞ

Kök kanallarının, organik ve inorganik artıkları uzaklaştıracak şekilde temizlenmesi ve şekillendirilmesi kök kanal tedavisinin önemli bir aşamasıdır (1). Kök kanallarının temizleme ve şekillendirilmesi aşamasında irrigasyon önemli bir yer tutmaktadır (2).

İrrigasyon solüsyonları ile kök kanal tedavisi sırasında gerekli antimikrobiyal etkiyi sağlamanın yanısıra temizleme ve şekillendirme sırasında oluşan organik ve inorganik doku artıklarından meydana gelen smear tabakası adı verilen amorf yapının uzaklaştırılması hedeflenmektedir (1,3-5).

Kök kanal tedavisi sırasında irrigasyon solüsyonu olarak en çok tercih edilen, yüksek antimikrobiyal etkinliğe sahip olan Sodyum Hipoklorit (NaOCl)'tir (3). NaOCl, etkili bir organik çözücü olmasına rağmen kök kanalında bulunan inorganik doku üzerinde yeterli etkiyi gösterememesi ve smear tabakasını tek başına uzaklaştıramaması nedeniyle şelasyon ajanları ile birlikte kullanılması önerilmektedir. Günümüzde en sıklıkla kullanılan şelasyon maddelerinden biri olan Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA), dentin yapısında bulunan +2 değerli  $Ca^{++}$  ve  $Mg^{++}$  ile şelasyon yaparak kök kanalında bulunan inorganik dokunun uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır (2).

İrrigasyon solüsyonları kök kanal temizleme ve şekillendirme sırasında dentinin yapısal ve yüzey özelliklerini değiştirebilmektedir. Bu durum da kök kanal dolgusunun dentin duvar adaptasyonunu yani adezyonunu, etkileyebilmektedir. Adezyon, farklı materyallerin ara yüzeylerindeki moleküller arasında görülen çekim kuvveti olarak tarif edilebilir. Kök kanal dolgusunun kimyasal özellikleri kadar dentin dokusunun yapısı ve irrigasyon solüsyonlarının dentinde oluşturduğu yapısal değişikliklerde adezyonu etkiler (5). Etkili bir adezyonda kullanılan irrigasyon solüsyonunun yüzey geriliminin düşük, dentinin ıslanabilirlik düzeyinin ise artmış olması önemli faktörlerdir (6).

Şelasyon ajanlarının daha derine penetre olabilmesi ve dentinin optimal ıslatılabilirliğinin artırılması için, dentinin yüzey enerjisinin yüksek ve dentinle temas eden solüsyonun yüzey geriliminin de düşük olması gerektiği belirtilmektedir

(7). Solüsyonların yüzey gerilimini düşürebilmek için deterjan yapısındaki diğer adıyla surfaktan olarak adlandırılan maddeler ilave edilmektedir (8). % 17'lik EDTA solüsyonuna farklı surfaktan eklenmesi sonucu REDTA ve EDTA-T solüsyonları elde edilir (2). Yapılan çalışmalarda surfaktan ilave edilen solüsyonların smear tabakasını etkin bir şekilde uzaklaştırdığı, yüzey gerilimini düşürdüğü ve dentinin ıslanılabilirliğini artırdığı buna bağlı olarakta kanal dolgu maddesinin dentine olan adezyonunu artırabileceği gösterilmiştir.

Kök kanal tedavisi sonrası 3 boyutlu tıkanmanın sağlanabilmesi için kron yapısının sağlıklı bir şekilde restore edilebilmesi, koronal sızıntının önlenmesi açısından kök kanal tedavisinin başarısının etkileyen diğer bir faktördür. Kök kanal tedavisi sonrası kalan dentin dokusu göz önünde bulundurularak kron veya dolgu maddesi ile restorasyonuna karar verilmektedir. Yapılacak restorasyonun başarısını etkileyen durumlar da; kalan dentin miktarı, dentinin yapısal ve yüzey özellikleri ve de restorasyon materyalinin özellikleri sayılabilir. Kök kanal irrigasyonu sırasında kullanılan solüsyonlar, koronal dentinin yüzey özelliklerini değiştirerek kron restorasyonun adezyonunu etkileyebilmektedir (9).

Dentinin yapısında değişikliğe neden olabilecek bir diğer faktör dentinin yaşıdır. Yaşlanma ile tüm vücutta olduğu gibi diş dokularında da bazı değişimler meydana gelmektedir. Yaşlanma süresince odontoblastlar tarafından sekonder dentin yapımı devam etmektedir. Bu süreç peritübüler dentinin miktarının artmasına aynı zamanda dentinin kimyasal yapısında değişikliğe neden olmaktadır (10,11). Dentin yapısında meydana gelen bu değişiklikler kök kanal tedavisinde temizleme ve şekillendirme aşamasında farklı irrigasyon yaklaşımlarının kullanılmasını gerektirebilir.

Bundan dolayı, çalışmamızda surfaktanlı EDTA solüsyonlarının genç ve yaşlı kron ve kök dentinindeki bağlanma dayanımına etkisinin push-out ve microtensile testleri ile değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Kök kanal tedavisi sırasında kök kanallarının etkin bir şekilde temizlenmesi ve şekillendirilmesi başarıyı etkileyen önemli bir faktördür. Bu işlem sırasında kullanılan irrigasyon solüsyonları dentin yüzeyindeki organik ve inorganik artıklardan oluşan smear tabakasını temizleyerek irrigasyon solüsyonlarının tübüllere daha iyi penetre olmasını ve de antibakteriyel etkinliğin oluşmasını sağlarlar. Kullanılan bu solüsyonlar dentin yüzeyinde değişimlere neden olarak kök kanal dolgusunun adeziv özelliğini ve duvar adaptasyonunu sağlanması yoluyla kök kanal tedavisinin başarısını etkilemektedir. Bu nedenle irrigasyon solüsyonlarının etkisini tamponlama özelliğine de sahip olan dentin dokusunun çok iyi değerlendirilmesi ve genel yapısı hakkında bilgi sahibi olunması kök kanal tedavisinin başarısını olumlu yönde etkileyebilmektedir (1,12).

### 2.1. Dentinin Yapısal Özellikleri

Dentin, kollajenden zengin bir organik matriksin mineralizasyonu ile oluşmaktadır. Dış etkenlere karşı savunma mekanizması geliştiren canlı ve dinamik bir doku olan dentin, yapısal olarak mine-dentin sınırından pulpaya uzanan kanal ve kanalcıklar sisteminden oluşur; damar ve sinir içermez. Kronada minenin altında, kökte sementin altında konumlanan dentin, diş sert dokuları arasında en fazla hacime sahip olan dokudur. Ağırlık olarak % 12 su, % 18 organik materyal ve %70 inorganik materyal, hacim olarak ise % 25 su, % 25 organik materyal, ve % 50 inorganik materyal içerir. Bu bileşenler eşit olmayan bir şekilde intertübüler ve peritübüler dentinde dağılmıştır. Dentinin başlıca inorganik bileşeni kalsiyum hidroksi apatit,  $(Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2)$ , organik bileşeni ise kollajendir (12,13). Dentinin yapısını oluşturan hidroksi apatit kristallerinin ana inorganik elementleri kalsiyum, fosfor, karbonat, sodyum ve magnezyumdur, ayrıca çinko, demir, bakır gibi elementler de eser miktarda bulunmaktadır. Dentindeki Ca/P oranının ortalama 1.67 M olduğu rapor edilmiştir (14). Bu orandaki değişiklikler, organik-inorganik doku miktarının değişmesine, bu da dentinin yüzey özelliklerinin değişmesine neden olur (15). Organik matriks proteinlerinin, büyük kısmı tip I kollajendir, eser miktarda da tip V kollajen içerir (16). Major non-kollojen proteinler ise: dentin

fosfoprotein (DPP), dentin matriks protein 1 (DMP1), dentin sialoprotein (DSP), osteopontin (OPN), otesokalsin, and kemik sialoproteinidir (BSP) (16). Ayrıca dentin yapısında proteoglikanlar, fosfolipidler, büyüme faktörleri, kemik morfojenik proteinleri (BMPs) ve insülin benzeri büyüme faktörleri (IGFs) de gözlenmiştir. Bu büyüme faktörleri lokal olarak kök hücre farklılaşmasında görev alarak, demineralizasyonda rol oynarlar (17).

### **2.1.1. Preentin**

Preentin, odontoblastik tabaka ile mineralize olmuş dentin tabakası arasında yer alan, 15-20 µm kalınlığındaki mineralize olmamış organik matriks tabakasıdır (13). Preentin yapımı odontoblastların Tip1 ve Tip2 kollajen, proteoglikanlar, glikoproteinler, glikozaminoglikanlar, Gla proteinler ve dentin fosfoproteinlerini sentezlemesi ve salgılaması ile başlamaktadır. Preentinin yapısında bulunan ve odontoblastlardan salgılanan dentin fosfoproteinleri kalsiyuma bağlanarak mineralizasyonda görev alır (12).

### **2.1.2. Primer Dentin**

Primer dentin diş gelişimi sırasında diş; oral kaviteye sürene kadar oluşan dentindir. Primer dentin yüksek oranda sekrete edilir ve dişte bulunan dentinin en büyük yüzdesini oluşturur. Düzenli bir yapıya sahiptir ve odontoblastların hareket yönüne bağlı S şekilli kurvatürlere sahip dentin tübülleri mevcuttur (12).

### **2.1.3. Sekonder Dentin**

Sekonder dentin, primere dentine göre daha düşük oranda ve daha düzensiz bir yapıda sekrete edilir. Sekonder dentin diş ömrünün geri kalanı boyunca sekrete edilir (12). Sekonder dentin ile primer dentin arasındaki en önemli fark odontoblastlar tarafından yapım hızlarıdır. Primer dentin diş oluşumu sırasında hızla oluşurken, sekonder dentin yapımı ömür boyu sürmektedir. Sekonder dentin, pulpa odasının tavanı ve tabanında şekillenerek zamanla pulpa odasının küçülmesine, kök kanalının ise daralmasına neden olmaktadır (18,19).

#### **2.1.4. Tersiyer Dentin**

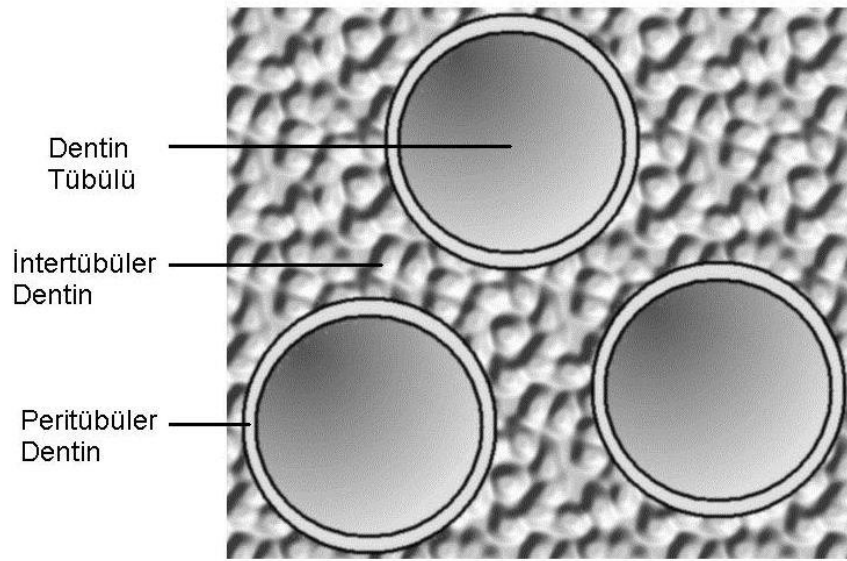
Primer dentin ve sekonder dentinden farklı olarak, tersiyer dentin yada reaksiyoner / reperatif dentin çürük, okluzal abrazyon gibi patolojik olaylar sonucu peritübüler dentin depozisyonu ile tübüllerin kalsifiye materyalle dolmasıyla oluşan dentindir (12,20). Tersiyer dentin orjinal odontoblastlardan ya da onların kaybı söz konusu ise, mezenşimal kök hücre kökenli odontoblast benzeri hücreler tarafından sekrete edilir. Tersiyer dentinin görevi pulpayı zararlı etkilerden korumaktır. Tersiyer dentin primer ve sekonder dentine kıyasla iyi organize olmamış bir yapıya sahiptir (12).

#### **2.1.5. İntertübüler Dentin**

Dentin tübüleri arasında kalan dentin dokusudur. Organik yapısının ana kısmını dentin tübüllerine dik açı yapan kollajen fibrilleri oluşturur. Peritübüler dentine göre daha az mineralize olması nedeniyle intertübüler dentin daha düşük sertliğe sahiptir. Kollajen fibrillerinin miktarının fazla olması gerilim streslerine karşı direncini artırır ve dentinin elastisite özelliği kazanmasını sağlar (1,12).

#### **2.1.6. Peritübüller Dentin**

Dentin tübüllerinin iç duvarını saran kron ve kök dentini boyunca bulunan tübüller yapı peritübüller dentin olarak adlandırılır. Ortodentin grubunda sınıflandırılır. İntertübüller dentinden farkı daha az kollojen lif ve daha fazla proteoglikan ve mineral içermesidir. Bu sebeple intertübüller dentinden daha serttir ve asit uygulandığında daha çabuk çözünür (12).



**Şekil 2.1.** Dentinin genel yapısı

### 2.1.7. İnterglobüler Dentin

Kalkosferik birleşmenin başarısız olduğu alanlarda mineralize olmamış organik matriks içeren dentindir. Kronda manto dentinin altındaki sirkumpulpal dentinde ve kökte ise tomes granüller tabakasının altında görülür (12). D vitamini dirençli Rickets ve Hipofosfatemide gibi bazı sistemik anomalilerde geniş interglobüler dentin alanları görülmektedir.

### 2.1.8. Dentin Tübülleri

Dentini oluşturan ana yapılar; tübüller, odontoblast uzantıları, peritübüler dentin ve tübüller arasını dolduran intertübüler dentindir. Yüksek derecede geçirgen olan dentin tübülleri pulpa ile direk temasta olan odontoblastik uzantılar içerir. Tübüllerin çevresinde yüksek derecede mineralize peritübüler dentin, tübüllerin arasında ise intertübüler dentin yer almaktadır. Adeziv sistemlerin güçlü bağlandığı intertübüler dentinin derin dentinde daha az bulunması, adeziv sistemlerin bağlanma dayanıklılığını azalttığı bildirilmektedir. Tübül çapları mine-dentin birleşiminde 0,8  $\mu\text{m}$ , pulpa yakınlarında ise 2,5  $\mu\text{m}$ 'dir. Yaşlanmayla birlikte dentin tübülleri daralmaktadır. Tübül sayısı pulpa yakınlarında  $\text{mm}^2$ 'de yaklaşık 45.000, dentin mine

birleşimine yakın bölgelerde 20.000, orta kısımlarda ise yaklaşık 30.000'dir. Dentin tübüllerinin yelpaze şeklinde yayılımı nedeni ile tübüllerin yüzey alanının %3'ü mineye yakın yüzeysel dentinde, %25'i pulpaya yakın derin dentinde bulunmaktadır. Pulpadaki intrapulpal basınç nedeni ile tübüller içindeki sıvı devamlı olarak dışarıya doğru akış halindedir. Bu durum intratübüler dentin geçirgenliğini zorlaştırarak bağlanmayı güçleştirir (21,22).

### 2.1.9. Dentin Sıvısı

Dentin sıvısı, dentin tübüllerinin içinde dentin dokusunun yüzeyel kısımlarında yapının % 1'ini, pulpaya yakın dentin bölgesinde ise % 22'sini oluşturmaktadır. Dentin sıvısının kaynağı pulpadaki kılcak kan damarlarıdır (19,23). Plazma benzeri bir yapıdadır ancak iyonize kalsiyum miktarı normal plazmadan 2-3 kat daha fazladır (24). Cuicchi ve diğerleri (25), dentin sıvısının dinamikleri üzerinde yaptıkları bir araştırmada pulpadaki doku basıncını 10.3 mmHg olarak bulmuşlardır. Dentin de oluşabilecek bir travma veya kavite preparasyonu sırasında dentin tübüllerinin açığa çıkması sonucu dentin sıvısı dışarıya doğru hareket etmeye başlar. Dentin sıvısının dentin tübülleri içerisinde hızlı hareket etmesi sonucu sinir reseptörleri uyarılarak dentin hassasiyeti oluşur (26). Pulpa dokusunun inflamasyonu sonucu artan pulpa basıncı dentin sıvısının dışarıya doğru hareketine neden olmaktadır. Bir görüşe göre bu hareket aynı zamanda dentin üzerinde bulunan ve pulpada irritasyona neden olan maddelerin uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır (25).

Kök kanal tedavisi sırasında kanal dolgu materyalinin genel özellikleri kadar dentin dokusunda yapısal özellikleri de çok önemlidir. Kanal dolgusunun kök kanal sistemi boyunca uzanan bir şekilde hermetik/üç boyutlu bir tıkama sağlayabilmesi için kanal dolgu materyallerinin dentine sızdırmaz bir şekilde adezyon göstermesi gerekir.

Adezyon, farklı materyallerin ara yüzeylerindeki moleküller arasında görülen çekim kuvveti olarak tarif edilebilir. Adezyonu oluşturmak için ilave edilen materyale "adeziv", uygulandığı maddeye ise 'aderent' adı verilir. Dentinin kompleks organik yapısı, dinamik bir oluşum olması ve biyolojik aktivite göstermesi güvenilir ve dayanıklı bağlanma önünde bir engel teşkil eder. Değişen miktarlardaki

düzensiz sekonder dentin, aksesuar kök kanalları, rezorpsiyon alanları, gömülü veya serbest pulpa taşları, dentinin mineral yapısı ve dentinin ıslanabilirliği gibi kök kanal dentini yapısındaki değişiklikler, dentin tübüllerinin yoğunluğu ve oryantasyonu, dentin yapısında yaşa bağlı değişimlerin yanısıra uygulanan doldurma tekniği ve kullanılan materyaller gibi faktörler dentin adezyonunu etkileyebilir (27-29).

Adeziv materyalin diş yapısına bağlanması dört farklı mekanizmayla gerçekleşmektedir (5);

1. *Mekanik adezyon*: Rezinin penetrasyon ve diş dokusu içinde rezin tag'leri oluşturması ile oluşan bağlanma
2. *Difüzyon adezyonu*: Diş yüzeyine çökelen maddelere, rezin monomerlerin mekanik ve kimyasal olarak bağlanması
3. *Adsorbsiyon adezyonu*: Dişin inorganik (hidroksiapatit) veya organik birleşenine (çoğunlukla tip 1 kollajen) gerçekleşen kimyasal bağlanma
4. Yukarıda ki üç mekanizmanın kombinasyonu ile oluşan bağlanma

Dental adezyon, primer olarak pürüzlü yapılar arasında oluşan ve mikromekanik kilitlenmeye dayanan mekanik bağlanmadır; kimyasal bağlanma ise dental adezyona yardımcı unsur olarak görev yapar. Adeziv ve aderent yüzey arasında mekanik pürüzlülük 10 µm'den az ise mikromekanik bağlanma diye adlandırılır. Mikromekanik bağlanma ani kuvvetlere karşı dayanıklılık sağlarken, kimyasal etkileşim adezyonun kalıcılığı ve devamlılığına katkıda bulunur. Dentine adezyonda, bağlanmayı sağlayan materyal rezin siman, adeziv; bağlanılan yüzey olan dentin ise aderenttir. İyi bir adezyon için, adeziv ile aderent arasında sıkı bir temas olmalıdır yani aradaki mesafenin mümkün olduğunca az olması gerekmektedir (yaklaşık 3-4Å) (5,30,31).

Islanabilirlik, yüzey gerilimi ve değim açısı dentin adezyonunu etkileyen önemli faktörlerdir. İdeal bir adezyon için adeziv, bağlandığı yüzeyi tamamen ıslatabilmelidir (5,21,30). Adeziv, aderent yüzeyine ne kadar iyi akar ve yüzeyi ne kadar iyi ıslatırsa o kadar güçlü bir adezyon oluşacaktır. Adezivin yüzey gerilimi aderentin yüzey enerjisine eşit veya daha düşük olmalıdır (32,33). Adezivin yüzey

gerilimi ne kadar düşük olursa, değim açısı da o kadar azalır ve yüzey enerjisi artar. Buda dentinin ıslatılabilirliğini artırarak daha güçlü bir adezyon oluşturabilir (30,34).

Dentine bağlanma, dentinin derinliğine bağlı olarak değişebilir. Yüzeyel dentinle derin dentinin nemliliği oldukça farklıdır. Derin dentinde kanal sayısı  $\text{mm}^2$ 'de 45000 iken, yüzeyel dentinde  $\text{mm}^2$ 'de 25000'dir. Bundan dolayı derin dentin, yüzeyel dentinden daha nemli bir yapıya sahiptir. Ortalama mineral içeriğinin dentinin derinliğiyle değişmemesine rağmen, kollajenden zengin intertübüler dentinin miktarı dentin derinliği arttıkça azalmakta, hipermineralize peritübüler dentin miktarı ise artmaktadır. Dentin hacmi başına düşen kollajen miktarı da yüzeyel dentinden derin dentine doğru azalır. Bütün bu faktörler dentine bağlanmayı olumsuz yönde etkileyebilir (35-37).

Kökteki dentin tübüllerin sayısı  $\text{mm}^2$  de 4900 ile  $\text{mm}^2$  'de 57000 aralığında değişmektedir. Dereceli olarak korondan apikale doğru ilerledikçe azalır (38-40). Dentinin yapısı mine kadar homojen değildir. Tübüller oldukça düzensizdir. Dentinin derinliğine bağlı olarak tübüllerin sayı ve çapları değişiklik gösterdiğinden dentin geçirgenliği lokalizasyonuna göre çeşitlilik gösterir (21,41). Dentinin yaşta dentinin yapısal özelliklerini değiştiren önemli bir faktördür.

## 2.2. Yaşlanmanın Diş Dokularına Etkisi

Yaşla beraber, dokularda hayat boyu devam eden yapısal değişiklik görülür. Bu süreçte iki faktör etkilidir; çevresel faktörler ve yaşlanma. Diş morfolojisi, oral kavitedeki çevresel faktörlere bağlı olarak sekonder değişiklikler gösterir. Bu faktörler abrazyon, atrizyon, erozyon, çürük, periodontal hastalıklar ve dental tedavilerdir (42).

İlerleyen yaş ile minede geçirgenlik azalır, kırılganlık artar, nitrojen artışıyla birlikte kahverengi renk değişikliği gözlenir ve çeşitli aşınmalar meydana gelir. Atrizyon; çiğneme nedeniyle dişlerin okluzal ve kesici yüzeylerinde olan değişikliklerdir. Atrizyona bağlı olarak kron şekilleri değişir ve dentin açığa çıkabilir (43). Abrazyon; dişlerin fizyolojik olmayan mekanik, sürtünmesel aşınmasıdır. Hatalı diş fırçalama ve diş ipi kullanımı ya da dişler arasında yabancı cisimlerin tutulması abrazyona neden olabilir (44). Erozyon; genellikle asit nedeniyle kimyasal

reaksiyon sonucunda oluşan, kama şekilli, parlak yüzeyli aşınmadır ve buna asitli yiyecek içeceklerin fazla tüketilmesi gibi diyet alışkanlıkları ya da sürekli kusma yol açabilir (45). Minenin yaşla birlikte oluşan aşınma gibi morfolojik değişikliklerinin yanı sıra minenin iyon kompozisyonunda da değişiklikler olduğu gösterilmiştir (46).

Morfolojik değişiklikler bazı kombinasyonlar sonucu ortaya çıkar. Bu değişimler internal ya da eksternal rezorbsiyon, sement apozisyonu, sekonder veya reperatif dentin formasyonu, dentinin transparanlığı, pulpa taşı formasyonu ve kan damarının yapısal bütünlüğünün bozulmasıdır (47,48).

Yaşla birlikte pulpada hücresel elemanlar, damarlanma, sinirsel iletim ve lenfatik drenaj fonksiyonları azalırken kollajen lif sayısında artış gözlenir. Bu değişimler pulpa dokusunun travmaya karşı reaktif özelliğini ve tamir kapasitesini azalmasına neden olabilir. Bu nedenle yaşla birlikte yapılan dental tedavilerin başarılı olma olasılığı azalır (49,50). Yaşlanmayla beraber hücrelerde oksidatif strese bağlı değişimler gözlenir. Hücrelerin oksidatif hasarı tamir etmesinde görev alan savunma enzimlerinde de değişimler olabilir. Dental pulpa hücreleri odontoblast markerları olan alkalin fosfatı (ALP), kemik sialoproteinlerini, tip I kollajeni ve osteokalsini sekrete ederler (51). Aslantaş ve diğ. yaptığı çalışmaya göre ALP sekresyonu irreversible pulpitisli dişlerde yaşla birlikte artar, bunun sonucunda pulpal kalsifikasyonda artma gözlenir, bu da dentin adezyonunu etkileyebilir (52).

İlerleyen yaşla birlikte periodontal ligamentteki fibroblastların sementoblastlara farklılaşmasıyla, başlıca apikal bölgede olmak üzere sement oluşumu artar. Özellikle periodontitis ile bağlantılı hipersementoz hayat boyu devam eden yavaş bir süreç olarak, kökte veya etrafında görülebilir ve mikroskopik kesitte de izlenebilir (53). Yaşla birlikte artan fonksiyon sement birikiminde başlıca faktör olarak gösterilmesine rağmen, karşıt diş kaybının da sement birikimine yol açtığı ve travmatik okluzyonun bu birikimde rolü olmadığı belirtilmiştir (53).

Yaşlanmayla dişeti epitelinde incelmeye, keratinizasyonda azalma, hücre yoğunluğunda artış gözlenir (54), ayrıca periodontal ligamentte hücre sayısı ve kollajen sentezi azalır, periodontal ligament incelir, alveoler kemik ve periodontal ligament damarlarında arterioskleroz gelişir (49,55).

Bazı soru işaretlerinin olmasıyla beraber periodontal değişikliklerle yaş arasında bağlantı vardır (9). Yaşlanma ile birlikte periodontal dokularda meydana gelen değişimler bu dokulardaki biyokimyasal, immünolojik ve fizyolojik olayları etkileyebileceğinden yaşlılıkta periodontal hastalıkların risk faktörü olduğu düşünülmektedir. Yaşlanma ile birlikte immün cevabın azlığı bu hastaları periodontal hastalıklara daha yatkın hale getirebilir (56).

### **Yaşlanmanın Dentin Dokusuna Etkisi**

Yaşla birlikte artış gösteren çürük, atrizyon, abrazyon, erozyon, travma, restorasyon gibi iritanlara cevap olarak irregüler sekonder dentin oluşur ve bu durum reperatif dentin, tersiyer dentin, koruyucu dentin, irritasyon dentini ya da stimülasyon dentini olarak da adlandırılır. Bu değişiklik, sadece mikroskopik kesitlerde görülebilir (57,58). Philippas ve Applebaum (59) kronolojik yaştan dentin formasyonuna etkisini radyolojik olarak değerlendirmiştir.

Dentin tübüllerinin kısmen yada tam tıkanması yaşlanmanın bir sonucu olarak yada diş yüzeyindeki atrizyon veya çürük gibi sürekli uyaranlara bağlı gelişebilir. Genç bireylere ait diş örneklerinde tübül çaplarının ölçümü yapıldığında 2,5 – 1,7 µm arasında değiştiği gözlenmiştir (60). Okluzal travma ve atrizyon gözlenen bireylerde tübül çaplarının ölçümü yapıldığında 1,0 – 0,3 µm arasında olduğu bulunmuştur (61). Dentin tübüleri mineral depozisyonu ile dolduğu zaman dentin sklerotik yada transparant dentin olarak adlandırılır. Peritübüler dentin appozisyonu ve mineral kristallerinin dentin tübüllerine hızlı bir şekilde çökmesi sonucu, genellikle az sayıda açık tübül içermesi ya da hiç içermemesi nedeni ile dentin geçirgenliği azalır. Dentin sklerozu histolojik kesitlerde homojen dentin yapısındaki translüsensilerden dolayı kolaylıkla anlaşılır. Bu değişimlerin hepsi fizyolojik ya da patolojik nedenlerle oluşur. Dental yapıda meydana gelen bu değişiklikler, adeziv tedavilerin başarısını etkiler (62,63). Diğer yönden sklerozis gibi durumlar difüzyonun sınırlandırılması sağladığı için, zararlı maddelerin pulpayı irrite etmesini engeller (62).

Özdemir ve diğ. (64)'i yaşla beraber dentinin hidroksi apatit yapısında da değişimler olduğunu ve, bu değişimlerin bakteriyel adezyonda değişikliklere neden olduğunu göstermiştir.

### 2.3. Smear Tabakası

Kök kanal duvarları el aletleri ile ya da döner eğelerle şekillendirildiğinde, dentin yüzeyleri smear tabakası denen bir katmanla kaplanır (65,66). Smear tabakası ilk olarak 1962 yılında Boyde ve diğ. (67)'nin yaptıkları çalışma ile prepare edilmiş mine yüzeyleri üzerinde gösterilmiştir. McComb ve Smith (65) 1975 yılında koronal smear tabakasına benzer bir tabakanın enstrumantasyon sonrası kök kanal sisteminde de gözlemlendiğini göstermiştir. Smear tabakası, Amerikan Endodonti Birliği tarafından; dentin talaşları, canlı ya da nekrotik pulpa dokusu artıkları, mikroorganizmalar ve artık irriganları içeren, el ya da döner alet sistemleri ile yapılan şekillendirme sonrasında ortaya çıkan dentin üzerinde birikmiş yüzeysel debris filmi olarak tanımlanmıştır (68). Sıkı bağlı olmayan superfisial tabakası ve sıkı bağlı olup dentin tübüllerine penetre olarak tıkaçlar oluşturan tabakası olmak üzere iki ayrı tabakadan oluştuğu düşünülür (69). Prepare edilmemiş kanalda smear tabakası gözlenmez (12).

Yaklaşık 0.5-5.0 µm kalınlığında olan bu tabaka dentinin geçirgenliğini azaltarak difüzyonu önler. Rezinin dentine bağlanabilmesi için bu tabakanın uzaklaştırılması ya da modifiye edilmesi gerekir (70). Dentin yüzeylerini adeziv ajanların bağlanabileceği uygun şekle getirebilmek, kök kanal irrigasyon materyalinin dentin tübüllerine daha iyi penetre olarak kalan mikroorganizma sayısını en aza indirebilmek amacıyla asit veya dentin mineralleriyle şelasyon yapan ajanlar kullanılır (21,71,72).

Smear tabakasının uzaklaştırılması ya da korunması gerektiğini savunan çok sayıda çalışma yapılmış olunmasına karşın, literatürde tam bir fikir birliğinin bulunmadığı görülmektedir.

Klinisyenler ve araştırmacılar uzun süre ince ve yüzeysel bir tabaka olan smear tabakasının varlığının kullanılan aletlerin tipine ve kesici uçların keskinliğine bağlı olarak değişebileceğini düşündüler (73). Rutin işlemler esnasında kullanılan asitler ve şelasyon ajanlarının smear tabakasını çözmesi, bu tabakanın öneminin gözden kaçmasına sebep olmuştur (74).

Bazı araştırmacılar smear tabakasının seanslar arasında kök kanalında oluşan bakteri kolonisindeki mikroorganizmaların dentin tübüllerine penetrasyonunu

engelleyen faydalı bir bariyer olduğunu düşünmektedir (75-77). Bununla birlikte smear tabakanın tam bir bariyer özelliği gösteremediği ve bakterilerin bu tabakayı aşarak dentin tübüllerine penetre olabildiği de bilinmektedir (78). Love ve diğ. (79)'nin yaptığı çalışmaya göre pulpaya olan uzaklığına göre değişmekle birlikte dentin tübül çapı 2.5  $\mu\text{m}$  ile 0.9  $\mu\text{m}$  arasında değişmektedir ve oral streptokok hücrelerinin çapı ortalama 0.6  $\mu\text{m}$  olduğundan, smear tabakası yokluğunda bakterilerin kolaylıkla invaze olduğu düşünülmektedir (79). Diğer bir görüşe göre smear tabakasının bulunması medikament etkinliğini etkilemez sadece etkisini geciktirir (76). Bazı araştırmacılar da tam tersini düşünmektedir; smear tabakasının varlığının dezenfeksiyonu etkilediği ve obturasyon sonrası mikro sızıntıyı artırdığını düşünmektedir (73). Smear tabakasının dentin tübüllerindeki mikroorganizmayı antiseptik etkisi olan irrigasyon solüsyonlarından ve lokal etkili kök kanal medikamentlerinden koruduğu düşünülür (80). Smear tabakasının içinde bulunan organik substratlar bakteri türleri için besin kaynağı olabilir (81,82). Bu nedenle kök kanal duvarından tamamen kaldırılması gerekir. Smear tabakasının kaldırılması gerektiğini savunan araştırmacılar, bu gerekliliği aşağıda verilen gerekçelerle desteklemişlerdir (1,81,83,84):

- Smear tabakası, büyük bir oranda su içermesi dolayısıyla kalınlığı ve hacmi tahmin edilememektedir.
- Smear tabakası, bakteri, bakteri yan ürünü ve nekrotik doku içermektedir ve bakteriler çoğalarak dentin tübüllerini içerisine proliferasyon göstermektedirler.
- Smear tabaka ve dentin kanalcıkları arasında adeziv kuvvet ile kapiller aksiyon oluşur ve smear tabaka dentin tübüllerinin derin noktalarına penetre olur.
- Smear tabakası, dezenfektan ajanlarının optimum penetrasyonunu sınırlandırmaktadır.
- Smear tabakası, dolgu materyalleri ve kök kanal duvarları arasında bariyer görevi görerek, kanal dolgusunun hermetik tıkkama sağlamasını engeller.

- Smear tabakası, gevşek olarak bağlanmış bir yapı olduğu için, sızıntı ve bakteriyel atıklar için kök kanal dolgusu ile dentin duvarları arasında bir geçiş oluşturabilmektedir.

Smear tabakası organik ve inorganik komponentleri içerir, organik komponentlerin uzaklaştırılabilmesi için NaOCl ve inorganik komponentlerin uzaklaştırılabilmesi için EDTA'nın kombine kullanımı önerilir (85). EDTA'nın dekalsifiye edici etkisi zamanla kendi kendini sınırladığı için, aralıklarla solüsyonun yenilenmesi gerekir (2). EDTA çok dar kök kanallarını açabilir ve 50 µm derinliğe kadar dekalsifikasyon gerçekleştirir (86). Preparasyon esnasında kullanılan şelasyon ajanları smear tabakasının inorganik kısmını çözmekte yardımcı olurken NaOCl'in etkisini inhibe eder. Bu yüzden sıralama olarak NaOCl (preparasyon sırasında), şelatör ajanlar ve final irrigasyonu şeklinde olması tavsiye edilir (80). Çalışmalar, smear tabakasının erken evre yerine geç evrede uzaklaştırılmasının yani, preparasyon sırasında değil, preparasyon bitiminde olmasının daha faydalı olduğunu göstermiştir (66). Irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini artırabilmek amacıyla irrigasyon solüsyonlarının konsantrasyonu, uygulama süresi, kimyasal yapısı, sıcaklık değişimleri, biyouyumlulukları üzerine yapılan düzenlemeler vardır (87).

#### **2.4. Irrigasyon Solüsyonları**

Kök kanal tedavisi sırasında, smear tabakasını uzaklaştırarak dentin tübül ağzlarının temizlenmesi, irrigasyon solüsyonunun dentin tübüllerine daha iyi penetre olarak kök kanallarında bulunan mikroorganizmaların elimine edilmesi ve de dentin yüzey özelliklerini değiştirerek kök kanal dolgusunun dentin dokusuna daha iyi adaptasyonunu sağlamak amacıyla farklı içerikte irrigasyon solüsyonları tercih edilmektedir. İdeal irrigasyon solüsyonunda olması beklenen özellikler pek çok çalışmada rapor edilmiştir. (1,88,89):

- 1) Antibakteriyel, antifungal etkiye sahip olmalı
- 2) Toksik ve alerjik olmamalı
- 3) Doku çözücü etkinliği olmalı

- 4) Dental sert dokuyla temasından sonra ve diğer irrigasyon solüsyonlarıyla karıştıktan sonra etkisi sürebilmeli
- 5) Yüzey gerilimi düşük olmalı
- 6) Stabil olmalı
- 7) Lubrikasyon özelliği göstererek enstrümanların kanalda kaymasını kolaylaştırmalı

Günümüzde endodontide kullanılan irrigasyon solüsyonları içeriklerine ve etki mekanizmalarına göre farklı şekilde katogerize edilebilmektedir (1,90) :

- 1) Katyonik bisguanidler (klorheksidin, Qmix),
- 2) Oksitleyici ajanlar (hidrojen peroksit, iyodin potasyum iyodid),
- 3) Alkalin solüsyonlar (sodyum hipoklorit, kalsiyum hidroksit),
- 4) Şelasyon ajanları ve asitler (EDTA, Sitrik asit vs.),
- 5) Tetrasiklin içerikliler ( MTAD, Tetraclean).

Klorheksidin pH'sı 5,5 ile 7 arasında değişen ve antimikrobiyal aktivitesi olan katyonik bisguaniddir (91). Dihidroklorit, diasetat ve diglukonat tuzları şeklinde kimyasal olarak stabil bulunan bu materyal diş hekimliğinde daha çok klorheksidin diglukonat şeklinde kullanılır. Klorheksidin aerop ve anaeroplarda da dahil olmak üzere hem Gram (+), hem de Gram (-) bakterilere, mayalara ve mantarlara karşı etkilidir (92). Düşük konsantrasyonlarda bakteriyostatik ve yüksek konsantrasyonlarda bakterisit etki gösterir (93).

Qmix, 2011 yılında geliştirilmiş EDTA, CHX ve Triklosan'dan (N-cetyl-N,N,N-trimethylammonium bromide) oluşan, irrigasyon solüsyonudur. NaOCl kullanımından sonra final irrigasyonu olarak kullanılması tavsiye edilir. NaOCl'in yerini alamaz. Solüsyonun en karakteristik özelliği içinde bulunan surfaktan dolaylı yüzey geriliminin düşük olması ve erişilmesi zor olan alanlarda irrigasyon etkinliğini artırmasıdır (94). Yapılan SEM çalışmalarında, Qmix ve EDTA'nın smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri karşılaştırıldığında eşit oranda etkili olduğu görülmüştür (95).

Endodontide kullanılan diğ er bir irrigasyon solüsyonu da hidrojen peroksittir ( $H_2O_2$ ). Konsantrasyonu %1-30 arasında değ işir. Bu solüsyonun etki mekanizması, süperoksit iyonlarının reaksiyonu sonucu oluş an ve güçlü bir oksidan olan hidroksil radikalleri ile gerçekleşir. Bu radikal; membran lipitlerine, DNA'ya ve diğ er esansiyel hücre bileş enlerine saldırır. Antimikrobiyal etkisini sülfidril gruplarının oksidasyonu sonucu gerçekleştirir (1).

İyodin potasyum iyodid, %2-5 arasında değ işen konsantrasyonlarda kullanılan, geniş spektrumlu, toksitesi düşük kök kanal irrigasyon solüsyonudur (96).

Kalsiyum hidroksit diş hekimliğinde irrigasyon ajanı olarak daha çok kanal iç i medikament özelliğ i nedeniyle kullanılır. Kalsiyum hidroksit etkisini  $OH^-$  iyonlarının yavaş olarak aç ığ a çık ısıyla göstermektedir ve yüksek pH'ya sahiptir. Bu sebeple kostik etkiyle birlikte irrite edici özelliğ i de mevcuttur. Nekrotik dokuları eriterek kök kanal temizliğ ine yardımcı olmaktadır. Kök kanal irrigasyon solüsyonu olarak etkinliğ i yeterli değ ildir (1).

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

Hipokloritler ilk olarak 18. yüzyılın sonlarında endüstriyel beyazlatma ajanı olarak kullanıldı. Koch ve Pasteur'un kontrollü laboratuvar ç alışmaları sonucunda 19. yüzyılın sonlarına doç ru dezenfektan olarak kabul gördü (97). Hemen hemen yüzyıldır kullanılan NaOCl, endodontik mikroorganizmalara ve biyofilme karş ı geniş spektrumlu etkiye sahiptir. *Enterococcus fecalis*, *Candida albicans*, *Actinomyces israelii* gibi direnç li mikroorganizmalara, karş ı son derece efektif antimikrobiyal özelliğe sahiptir (91). Yapılan ç alışmalar NaOCl'in pulpa dokusu ve kollajen gibi organik materyallerin ç özünmesinde etkili bir ajan olduğunu göstermiştir (12,98). NaOCl Smear tabakasının organik artıklarının uzaklaştırılmasında, kök kanalındaki bakteri ve bakteri ürünlerinin (endotoksin gibi) eliminasyonunda etkili bir dezenfektan olarak pek çok araştırmaya konu olmuştur (99,100). Bunların yanı sıra dentin duvarlarına kolayca diffüze olabilmesi, kolay temin edilmesi, ucuz olması, raf ömrünün uzun olması gibi avantajlara sahip bir dezenfektandır (101).

Endodontik tedavi sırasında NaOCl solüsyonu %0.5 den %6 ya kadar değ işen konsantrasyon aralığ ında kullanılır. NaOCl'in konsantrasyonu ile toksisitesi doç ru

orantılıdır. Risk/yarar oranının çok iyi değerlendirilmesi, maksimum antimikrobiyal etki minimum toksisite birlikteliğinin göz önünde bulundurulması önerilmektedir. Alkali bir solüsyon olan NaOCl'in genellikle endodontik amaçla kullanılan ticari formlarının pH'sı 12 civarındadır (102). Aynı zamanda bu pH değeri solüsyonun kimyasal olarak daha stabil olmasını sağlar (103). Bazı araştırmacılar NaOCl'in, serum yerine, %1'lik sodyum bikarbonatla seyreltilebileceğini öne sürmüşlerdir böylece pH düzeyi daha düşük seviyelere ayarlamak mümkün olabilir (97,104).

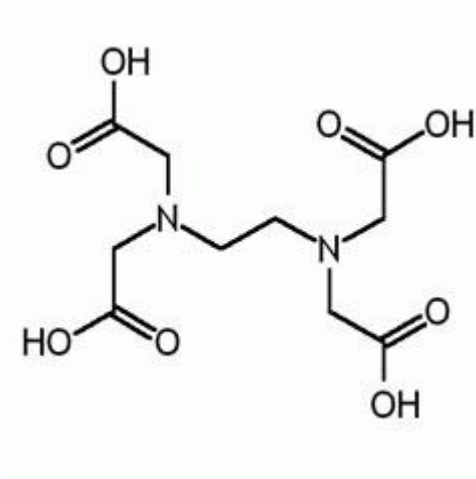
NaOCl sadece organik debris uzaklaştırmada etkili olduğu için kök kanal preparasyonu sonrası oluşan smear tabakasını tamamen uzaklaştırmak için demineralize edici ajanlarla kombine kullanımı tavsiye edilmektedir (100,105).

Kök kanalının şekillendirme ve preparasyonu sırasında kullanılan NaOCl, kök dentini kadar koronal dentin yapısını da etkileyebilir. Ayrıca kavite preparasyonu esnasında da dentin kavitesinin modifikasyonunu düzenlemek amacıyla NaOCl kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar NaOCl uygulamasının dentine bağlanma dayanımını azalttığını göstermiştir (123,124).

Sitrik asit, laktik asit, tannik asit, fosforik asit ve poliakrilik asit gibi asitlerde irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmıştır; smear tabakasının uzaklaştırılmasında kimi asitler etkili bulunurken kimisi yetersiz görülmüştür (106-108). Walton ve Rivera (109), asitlerin kontrol edilemeyecek kadar hızlı dekalsifikasyon etkileri, yüksek toksisiteyi nedeniyle kök kanallarında kullanılmaması gerektiğini bildirmişlerdir.

#### **2.4.2. EDTA**

Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA) ilk olarak endodontide 1957 yılında Nygaard Ostby tarafından kullanılmıştır (110). EDTA etilendiamine bağlı dört asetik asit grubu içerir.



**Şekil 2.2.** EDTA molekülünün kimyasal gösterimi.

Kök kanal tedavisinde kullanılan EDTA benzeri şelasyon ajanları dentinin smear tabakasındaki veya kanal duvarlarındaki +2 değerlikli Ca ve Mg iyonları ile şelat oluşturarak, inorganik elementleri uzaklaştırır, dolayısıyla Ca/P oranını değiştirerek, dentinde yapısal değişiklikler meydana getirir (14). Şelasyon sonucunda ortama proton iyonları salınır, pH düşer ve EDTA'nın etkinliği azalır. Buna EDTA'nın kendini sınırlama etkisi denir. Bu etkiden dolayı demineralizasyon etkinliğinin 50 µm dentin derinliği ile sınırlı kaldığı gözlenmiştir (2). Normal koşullarda EDTA 5 dakika içinde dentini 20-30 µm derinliklere kadar dekalsifiye edebilmektedir (140).

Piyasada bulunan EDTA solüsyonlarının pH'sı genelde 7.3 değerinde olmuş olsa da, şelasyon özelliğinin ve çözünürlük özelliğinin artırılması için, farklı pH değerlerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, EDTA solüsyonunun asiditesi düştükçe şelasyon yapabilme kapasitesinin arttığı (111), mineral yapıdaki hidroksi apatitin çözünürlüğünün azaldığı (112) ve dar alanlara penetre olabilmek kapasitesinin arttığı gözlenmiştir (113). Solüsyondaki iyonize ve deiyonize molekül oranı pH'ya bağlı olarak değişir, bu da demineralizasyon miktarının değişmesine sebep olur (114). Serper ve diğ. (115)'nin yaptığı çalışmada demineralizasyon etkisinin pH 9.0 yerine nötral pH'da daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Cury ve diğ. (116) ise en yüksek demineralizasyon etkinliğini pH 5-6 arasında bulmuşlardır. Bu farklılıkların sebebi EDTA hacmi arttıkça, farklı pH değerlerinde değişiklik

gözlenmediği olarak açıklanmaktadır (116). EDTA'nın nötral pH'daki %15-17'lik disodyum tuzu endodontik tedavide sıklıkla tercih edilir (117,118).

Farklı konsantrasyonlarda kullanılan EDTA'nın demineralizasyon etkinliklerinin değişebileceği düşünülmüştür, Serper ve diğ. (115) yaptığı çalışmada %17 ve %10 konsantrasyonundaki EDTA solüsyonları kullanılmış ve fosfor salınımının konsantrasyon ve uygulama süresi ile arttığı, fosfor salınım değerinin özellikle ilk bir dakika içerisinde en yüksek değerlere ulaştığı gözlenmiştir. Bunun sebebinin smear tabakasının birinci dakika içerisinde uzaklaştırılması, kalan sürede de şelasyon ajanının dentin yapısını yavaş etkilemesi olabilir (118). Başka bir çalışmada ise %8'lik EDTA'nın 3 dakika, % 15'lik EDTA'nın 1 dakika süreyle dentin yüzeyine uygulanması ile smear tabakası ve debris eşdeğer olarak uzaklaştırılmıştır (119). Yapılan çalışmalar artan konsantrasyon değerlerinde, sitotoksik aktivitenin arttığını göstermiştir (120,121). Şelatörlerin optimal uygulama zamanlarıyla ilgili birçok çalışma mevcuttur., Goldberg ve Spielberg'e (122) göre optimal şelasyon etkisine 15 dakikadan sonra ulaşılabilir. Bunun yanında Fraser (123) kök kanalı apikal uçludaki şelasyon etkisinin ihmal edilebilir olduğunu vurgulamıştır.

EDTA'nın penetrasyon derinliği ile ilgili bir çalışmada 15 dakika ve 24 saatlik uygulama süreleri karşılaştırılmış ve anlamlı bir fark bulunamamıştır (124). Smear tabakası uzaklaştırılma miktarı, dentinin mineral yapısındaki ve sertliğindeki değişimler kullanılan şelasyon ajanının pH'sı ve uygulama süresine bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir (84,86,106). Çalt ve diğ. (86)'nin yaptığı çalışmada, %17 EDTA solüsyonunun 10 dakika süre ile uygulanmasının, peritübüler ve intertübüler dentinde erozyona neden olduğu, bu nedenle endodontik tedaviler sırasında EDTA uygulama süresinin 1 dakikayı geçmemesi tavsiye edilmiştir. Niu ve diğ. (118) dentin erozyonunun, EDTA'nın yalnız başına uygulanmasında değil NaOCl ile kombine kullanımında görüldüğünü saptamışlardır.

EDTA dentindeki inorganik yapının uzaklaştırılmasında etkili bir ajandır. Smear tabakası hem inorganik, hem de organik yapılar içeren bir tabaka olduğu için, yapılan çalışmalar NaOCl ve EDTA'nın tek başına uygulanmasına göre, kombine kullanımının gerek debrisin uzaklaştırılmasında gerekse antibakteriyel etkinliğin

sağlanmasında daha etkin olduğunu rapor etmiştir (83). EDTA, % 5,25'lik NaOCl ile değişimli olarak kullanıldığında smear tabakası kökün orta ve koronal 1/3'lüsünden tamamen uzaklaştırılabilmektedir fakat apikal 1/3'te bu kombinasyon yeterince etkili değildir (125). Bunun en önemli nedeni muhtemelen bu bölgeye yeterince irrigasyon solüsyonunun ulaşmamasıdır (86,89). Bir başka çalışmada % 8,5 EDTA ile, % 0,5 NaOCl ve % 17 EDTA ile % 1 NaOCl'in birebir karışımının, şelasyon ve doku çözücü etkileri değerlendirilmiştir. EDTA, NaOCl ile karıştığında şelasyon etkisini devam ettirebilmektedir fakat NaOCl'nin etkisi azalmaktadır (126). Sonuç olarak iki solüsyonun birbirinden ayrı, birbirlerine karışmadan kullanımının klinik olarak daha etkili olacağı bildirilmiştir (126).

EDTA'nın antibakteriyel özelliklere sahip olmadığına yönelik bazı tartışmalar bulunmaktaysa da, belirli bir dereceye kadar antimikrobiyal etkinliği olduğu (127), Siqueira ve diğ.'nin (128) yaptığı çalışmada ise antibakterial etkinliğinin sitrik asitten ve % 0,5 NaOCl'den daha fazla olduğu; fakat % 2,5 NaOCl'den ve % 0,2 klorhekisidin (CHX) daha az olduğu belirtilmiştir.

Apikal foramenden taşan şelasyon ajanlarının ne derecede enflamatuvar doku cevabına yol açtığı konusu çalışmalarda farklı şekilde ifade edilmektedir. EDTA'nın toksisite düzeyi oldukça düşüktür (110). Ratlar üzerinde doku reaksiyonunu değerlendirmek için yapılan bir çalışmada EDTA, intramusküler olarak enjekte edilmiş, minimal düzeyde doku irritasyonuna neden olduğu gözlenmiştir (129).

Son yıllarda irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini artırabilmek için çeşitli ilave kimyasal ajanlar üzerine çalışmalar sürdürülmektedir. Yüzey aktif maddelerin irrigasyon solüsyonlarına ilave edilmesiyle birlikte, antibakteriyel etkinliğindeki artışın yanısıra, yüzey enerjileri düşer ve ıslanabilirlik kapasiteleri artabilir. Islanabilirlikteki artış, irrigasyon solüsyonlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu artırmaktadır (87).

### **2.4.3. Sürfaktanlı EDTA Solüsyonları**

Kök kanal irrigasyonunun etkinliği; irrigasyon solüsyonunun kimyasal özelliğine, miktarına, sıcaklığına, yüzey gerilimine, tazeliğine ve solüsyonu aktive

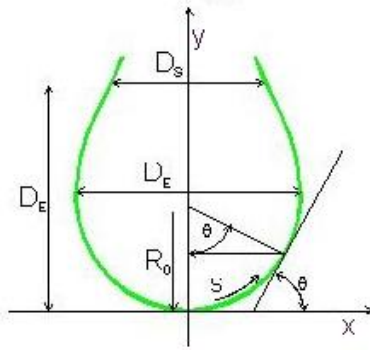
etme yöntemine bağlıdır (130). Düşük yüzey gerilimi, solüsyonun dentin tübüllerinin içine hatta prepare edilemeyen bölgelere penetrasyonunu arttırmakta ve solüsyon daha derin dokulara ulaşarak daha fazla antibakteriyel etki gösterebilmektedir (7). Düşük yüzey gerilimi dentinin optimal ıslatılabilirliğini artırarak, adeziv özelliğini değiştirebilmektedir. Son yıllarda üretilen irrigasyon solüsyonlarının içeriğine deterjan yapısındaki surfaktanların ilave edilmesiyle, solüsyonun yüzey geriliminin azaldığı ve etkinliğinin artırıldığı rapor edilmiştir (8).

### **İrrigasyon Solüsyonlarında Yüzey Geriliminin Önemi**

Bir sıvının katı yüzey üzerinde yayılmasına ve yüzeyi belli oranda kaplamasına ıslatma, katı yüzeyin herhangi bir sıvı tarafından belli oranda kaplanmasına ıslanma, bu olayın gerçekleşme derecesine sıvılar için ıslatılabilirlik denir (6).

Bir sıvının yüzey gerilimi dentinin ıslatılabilirliğini etkileyen majör faktörlerden biridir (131). Yüzey gerilimi, sıvının yüzey alanını azaltan moleküller arası çekim kuvvetidir. Bu kuvvet, bir sıvının yüzeyini  $1\text{cm}^2$  artırmak için birim uzunluğa uygulanması gereken kuvvettir. Optimum ıslatabilirlik elde etmek için, uygulanan alanın yüzey enerjisi mümkün olduğu kadar yüksek ve uygulanan sıvının yüzey gerilimi mümkün olduğu kadar düşük olmalıdır (132).

Yüzey gerilimi, damla oluşturan sıvının içindeki büzülme kuvvetidir. Bu büzülme kuvveti damlanın katı yüzey üzerinde yayılmasına karşı direnç oluşturur. Sıvının yüzeyindeki moleküller, koheziv kuvvet alanına doğru yönelirler ve sıvı yüzeyi potansiyel enerji kazanır (133). Yüzey gerilimi sıcaklıkla ya da yüzey gerilimini azaltan kimyasal maddelerin ortama katılmasıyla azaltılabilmektedir. Düşük yüzey gerilimi gösteren irrigasyon ajanları girilemeyen alanlara irriganın akışını kolaylaştırmaktadır (134).



**Şekil 2.3.** Solüsyonun Yüzey Gerilimin Ölçülmesi

Bir solüsyonun yüzey gerilimi; havada asılı duran damlanın havayla yaptığı temas açısının ölçülmesiyle belirlenir (şekil 2.3.) (132). Solüsyonun dentini ıslatılabilirliğinin ölçülmesi için ise sıvı damlasının katı yüzeyde oluşturduğu hava kabarcığının açısının ölçülerek yüzeyde oluşan serbest enerji değişimlerinin hesaplanmasıyla belirlenir. Bu açı, sıvının yüzey gerilimi ve katının serbest yüzey enerjisi doğrultusunda materyaller için karakteristiktir (135). Sıvı ile katı yüzey arasında oluşan temas açısı ne kadar küçükse ıslanabilirlik de o derece fazladır (6).

Prado ve diğ. (136) yaptığı çalışmada guta perka yüzeylerinin kimyasal olarak modifiye edilmesi ile serbest yüzey enerjisi ve ıslanabilirlik kapasitesi artmıştır, buda resin esaslı AH plus patının push-out bağlanma dayanımı değerlerinin artmasına neden olmuştur. Assis ve diğ. (137) yaptığı çalışmada da, farklı irrigasyon solüsyonları uygulanan dentin yüzeylerinde, ıslanabilirlik artıkça, hidrofobik karaktere sahip bir pat olan AH plus'ın temas açısı azalmaktadır.

EDTA'nın penetrasyon etkinliğini artırmak amacıyla sodyum lauril eter sülfat, setil trimetilamonyum bromüd, cetavlon, tween 80 (polisorbat 80), proplen glikol, Triclosan (trimetilamonyum bromüd) gibi surfaktanların (deterjanlar) ilave edilmesi ile EDTA-T REDTA, EDTAC, EGTA, CDTA, MTAD, Tetraclean, Qmix gibi yüzey gerilimi düşük solüsyonlar oluşturulmuştur.

### **EDTA-T**

% 17'lik EDTA ile katyonik bir deterjan olan % 0,2'lik *lauril sodyum sülfatın* kombinasyonudur. İçeriğindeki deterjan dentin tübüllerine difüzyonunu ve etkinliğini

arttırmaktadır. Smear tabakasını kaldırmakta kullanılan en iyi irrigasyon solüsyonlarından biridir (138). Yılmaz ve diğ. (139) yaptığı çalışmada EDTA-T solüsyonu, REDTA ve EDTA ile karşılaştırıldığında, serbest yüzey enerjisi değerini artırırken, temas açısı değerini düşürmüştür. Bu da solüsyonun dentin tübüllerine penetrasyon derinliğini ve dentinin ıslanabilirliğini artırabileceği rapor edilmiştir. Scelza ve diğ. (140) çalışmasında EDTA-T solüsyonu 3-10-15 dakika olmak üzere 3 farklı zaman aralığında uygulanmış, SEM altında bakıldığında açık dentin tübülü yüzdesi değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır, EDTA-T solüsyonu ile smear tabakasının uzaklaştırılması için 3 dakikanın yeterli bir süre olduğu sonucuna varmışlardır.

### **REDTA**

Bir kuaterner amonyum bromid olan (setil trimetilamonyum bromüd) setrimit, % 17 'lik EDTA solüsyonlarına yüzey gerilimini düşürmek ve böylece solüsyonun penetrasyonunu arttırmak için ilave edilmiştir. Bu kombinasyon REDTA (Roth International, Chicago, IL, USA) olarak isimlendirilmiştir (83). Mc Comb ve Smith (65) yaptıkları çalışmada şekillendirme sırasında REDTA kullanıldığında kanalın apikal bölümü hariç diğer kısımlarda smear tabakasına rastlamadıklarını rapor etmişlerdir. Diğer taraftan REDTA'nın *in vivo* kullanımından sonra, kök kanal yüzeyinde çok az yüzeysel debris içeren açık dentinal tübüller görülmüştür (141).

### **Deterjan İçeren Diğer EDTA ve Benzeri Şelasyon Ajanları**

% 15'lik EDTA solüsyonuna 100 ml'ye 0.75 gr setil trimetilamonyum bromüd ilave edilince, yeni solüsyonun ismi EDTAC olarak tanıtılmıştır (142). Goldberg ve Bramovich (122), EDTAC (EDTA ve cetavlon) kullanımı ile sirkumpulpal yüzeyin pürüzsüz bir yapıya ve dentinal tübüllerin düzenli sirküler bir görünüme sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. EDTAC ile kök kanalında önerilen çalışma süresi 15 dakikadır. Daha uzun süre uygulamalarda daha fazla şelasyon aktivitesi beklenmez.

Etilen glikol bis (  $\beta$ -amino-etil eter) tetra asetik asit içeren solüsyon, %17'lik olarak hazırlanır. Çalt ve diğ. yaptığı çalışmada EGTA solüsyonunun  $Ca^{+2}$  ile daha

iyi şelasyon yapabildiğini, EDTA'ya kıyasla daha az dentinal erozyon yaptığını rapor etmişlerdir (143).

Solüsyonların yüzey gerilimlerini azaltabilmek için farklı deterjanların (örnek: tween 80 (polisorbata 80), proplen glikol, Triclosan (trimetilamonyum bromüdü)) yanısıra, antibiyotik, sitrik asit ve CHX'in ilave edildiği yeni irrigantlar geliştirilmiştir, bunlar sırasıyla MTAD, Tetraclean ve QMix'dir (8).

MTAD % 3 doksisisiklin, demineralize edici ajan olarak %4,25 lik sitrik asit ve deterjan olarak da polisorbata 80 (tween 80) içeren aköz bir solüsyondur (8,90). Konvansiyonel kemomekanik preparasyonun % 1,3'lük NaOCl ile tamamlanmasının ardından final irrigasyonu olarak kullanılması tavsiye edilir (144). MTAD'nin içindeki sitrik asit smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlar (144). Bu koşullar altında BioPure MTAD, dentin tübüllerindeki erozyon göz önüne alındığında EDTA'dan daha agresif davranır (145).

Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Muggio, İtalya), MTAD' ye benzer kombinasyondan oluşan bir üründür. Bu iki solüsyon arasındaki fark antibiyotik (MTAD için 150mg/5ml doksisisiklin, Tetraclean için 50mg/5ml doksisisiklin) konsantrasyonu ve kullanılan deterjanın (MTAD için Tween 80, Tetraclean için proplen glikol) türüdür (90).

## **2.5. Adezyonun Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler**

Kök kanalının kemomekanik preparasyonunu takiben sızdırmaz şekilde tamamlanmış bir kök kanal dolgusu, endodontik tedavinin en önemli basamaklarından biridir. Kanal dolgu materyalinin kök kanalına yetersiz adaptasyonu sonucu, doku sıvılarının ve mikroorganizmaların birikimi gözlenebilir, bu durum periapikal patolojilerin gelişmesine neden olabilir (146).

Endodontik materyaller ve diş yapısı arasındaki adezyonun etkinliğinin değerlendirilmesinde bağlanma dayanımı testleri kullanılmaktadır, bu testlerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları vardır (147). Bağlanma dayanımı kök ve kron dentini üzerinden konvansiyonel germe (tensile) (148), pull-out (makaslama) (149) ve push-out (dışarı itme) (150) test yöntemleriyle ölçülür.

### 2.5.1. Dışarı İtme Testi (Push-Out Testi):

Push-out testinin amacı, sabit hızda ilerleyen bir itici uçun kök kanal materyalini dışarı iterek kopmasına neden olan kuvvet değerinin belirlenmesidir. Diş hekimliğinde ilk defa Roydhouse tarafından tanıtılmıştır (151). Daha sonra Patierno ve diğ. (152) tarafından push-out testi ile yapılmış kök kanal dentinine bağlanma çalışması rapor edilmiştir. Ancak, push-out testinin bütün post yüzünde (132) veya kalın kök kesitlerinde (152,153) uygulandığında bağlanma ara yüzeyinde düzensiz stres geliştiği iddia edilmektedir. İlk olarak tanıtılan push-out tekniğindeki bu engeller örnek kalınlığının 1 mm'ye indirilmesi ile büyük oranda ortadan kalkmıştır. Bu yöntemin avantajı bağlanma dayanımı düşük olan kanal patlarının bile değerlendirilebilmesine olanak sağlayacak kadar güvenilir bir test olması ve diğer yöntemlere göre klinik koşulları daha iyi modellemesidir (153). Kök dentinin eğimli anatomik formu nedeniyle kök dentininde bağlanma dayanımının ölçülebilmesi için push-out testinden faydalanılmaktadır (154). Neelakantan ve diğ. yaptığı çalışmaya göre ise kök dentininde preparasyon sonrası NaOCl uygulanması epoksi resin içerikli bir pat olan AH plus'un bağlanma dayanımını değerlerinin azalmasına sebep olmuştur (155). Vilanova ve diğ. (156) yaptığı çalışmada, resin içerikli patların push-out bağlanma dayanımı değerleri incelenmiş, en yüksek değerler % 1 NaOCl / % 17 EDTA uygulanan grupta bulunmuştur.

### 2.5.2. Mikro Gerilim Testi (Microtensile Testi):

Yüksek bağlanma kuvvetine sahip adeziv sistemlerin ayrımının yapılabilmesi için Sano ve diğ. (157), mikrotensil test sistemini geliştirmişlerdir. Bu sistem, bağlanma yüzeylerinin 0,5-1,5 mm<sup>2</sup> kesitlerde incelenme olanağı sağlamıştır. Adeziv rezin-diş bağlanmasını değerlendiren testler iki ayrı yapı ve bu yapıların arasındaki interdifüzyon bölgelerini inceleme fırsatı verirler. Mikro tensil bağlanma dayanıklılık test yönteminde, örneklerin hazırlanması amacıyla, örneklerin yarısı diş dokusunu, diğer yarısı ise restoratif materyali içeren, çubuk veya kum saati şeklinde kesitler alınmaktadır (158).

Mikro tensile bağlanma dayanımı, materyalin başarısızlığa uğradığı çekme yükünün bağlanma ara yüzü kesitine bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Bu testin

avantajları arasında; dişin korunması, bölgesel bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesini mümkün kılması, geriye kalan dentin kalınlığının ölçülebilmesi, uniform kuvvet uygulanabilmesi, kök yüzeyi dentininde de bağlanma dayanımının ölçülebilmesi ve rezin bazlı restoratif materyallerin polimerizasyon büzülme streslerinin nedenlerinin araştırılmasına yardımcı olması sayılmaktadır (158).

Geleneksel makaslama ve gerilim testlerinde bağlanma kuvvetleri 20 MPa'dan daha fazla değerlere ulaştığında, test süresinde dentin yapısında koheziv kırıklar oluştuğu için, bu testlerin yüksek bağlanma değerlerini ölçmede yetersiz kaldığı bildirilmiştir (159,160).Bağlanma alanı azalttığında koheziv kırıkların azaldığı, 2 mm<sup>2</sup>'ye kadar azaltılan kesit alanına sahip örneklerde koheziv kırıkların oluşmadığı bildirilmiştir (157).

Kron dentinine uygunlanan adezivlerin bağlanma dayanımının ölçülmesinde uzun dönem makaslama bağlanma dayanımı testi kullanılmıştır (159).

Ari ve diğ. yaptığı çalışmada NaOCl ile irrigasyonun gerçekleştiği grupta rezin bazlı dual cure bir siman olan C&B Metabond'un microtensile bağlanma dayanımı değerlerinde azalma olduğu görülmüştür (161).

Timpawat ve diğ. (154) smear tabakasının uzaklaştırılmasında kullanılan solüsyonların cam iyonomer esaslı kanal patınının bağlanma kuvvetine olan etkisini, köklerin vertikal olarak ikiye ayrılmasından sonra kanal yüzeyine test edilecek patların uygulanması sonrası germe dayanımı testi ile değerlendirmiştir. Germe bağlanma testi hassastır ve örnek hazırlanması esnasındaki travmalar veya yük uygulaması esnasındaki stres dağılımındaki küçük değişiklikler sonuçlar üzerinde önemli olumsuz etkiler oluşturur (162).

Saleh ve diğ. (163) dentinin % 37 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, % 25 sitrik asit, % 17 EDTA ile muamele edilmesinin kanal patlarınının bağlanma dayanımları üzerine etkisini tensile bond testi ile incelemiştir. Ancak geleneksel bağlanma dayanımı testlerinde kullanılan düzgün dentin yüzeyleri nedeniyle rezin esaslı materyallerin bağlanma dayanımlarının, kök kanal yüzeyi gibi sınırlı yüzeylere göre daha yüksek çıktığı gösterilmiştir (164,165).

### 2.5.3. Makaslama Testi (Pull-Out Testi):

Makaslama bağlanma dayanımı testinde, kuvveti uygulayan yükleme cihazı, adeziv ve aderentin bağlandığı ara yüz ile paralel olacak şekilde kuvvet uygulanır. Fakat bu paralelliğin sağlanması zor olduğu için, işlem esnasında gerçekleşen devrilmeler hatalı sonuçlar alınmasına ve yöntemin sorgulanmasına neden olmuştur. Kuvvetin uygun şekilde iletilebilmesi amacıyla ilmik tel, bıçak kenarı ya da küt bir çubuk kullanılarak yöntem modifiye edilmiştir (166).

Resilon'un metakrilat esaslı kanal patına bağlanma dayanımı mikro makaslama (micro shear) testi ile değerlendirilmiştir (167). Makaslama testlerindeki en büyük problem test cihazının makaslama yapan yük hücresinin bağlanma ara yüzüne yakın konumlandırılmasından kuvvetin hatalı şekilde iletilmesidir.

Dentinin yapısı yaşla birlikte değişikliklere maruz kaldığı için, hipotezimiz; surfaktanlı EDTA solüsyonlarının dentinin bağlanma dayanımını hem kök hemde kron dentininde yaşa bağlı olarak değiştirebileceğidir. Bundan dolayı bu çalışmanın amacı, surfaktanlı EDTA solüsyonlarının genç ve yaşlı kron ve kök dentindeki bağlanma dayanımına olan etkisinin mikrotensile ve push-out testleri ile incelenmesidir.

### 3.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu *in vitro* çalışma 2015/2 nolu ve 4.11.2015 tarihli Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurul raporu ile tıbbi açıdan uygun bulunmuş ve Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir. Çalışmanın dentin örneklerinin hazırlanması Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda ve AR-GE Laboratuvarları'nda, deneyde kullanılacak solüsyonların hazırlanması Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı'nda, solüsyonların yüzey gerilimlerinin ölçümü Hacettepe Üniversitesi Kimya Mühendisliği Laboratuvarı'nda, diş kök dentininin bağlanma dayanımının ölçümleri Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Sert Doku Laboratuvarı'nda ve kron dentininin bağlanma dayanımının ölçümleri ise Pensilvanya Üniversitesi (UPENN) – Amerika, Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilimdalı, laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

#### 3.1. Deneylerde Kullanılacak Solüsyonların Hazırlanması

EDTA solüsyonları Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakoloji Anabilim dalında aşağıdaki formülü kullanarak, hassas terazi ve karıştırıcı yardımıyla hazırlanmıştır. EDTA disodyum tuzu, NaOH, setil trimetilamonyum bromüde, sodyum lauril eter sülfat SİGMA (St. Louis, Missouri, ABD) firmasından temin edilmiştir.

EDTA: 17 gr EDTA disodyum tuzu + 9,25ml NaOH + 90,75ml distile su

REDA: 17 gr EDTA + 0,84 gr setil trimetilamonyum bromüde + 9,25ml NaOH + 90,75ml distile su

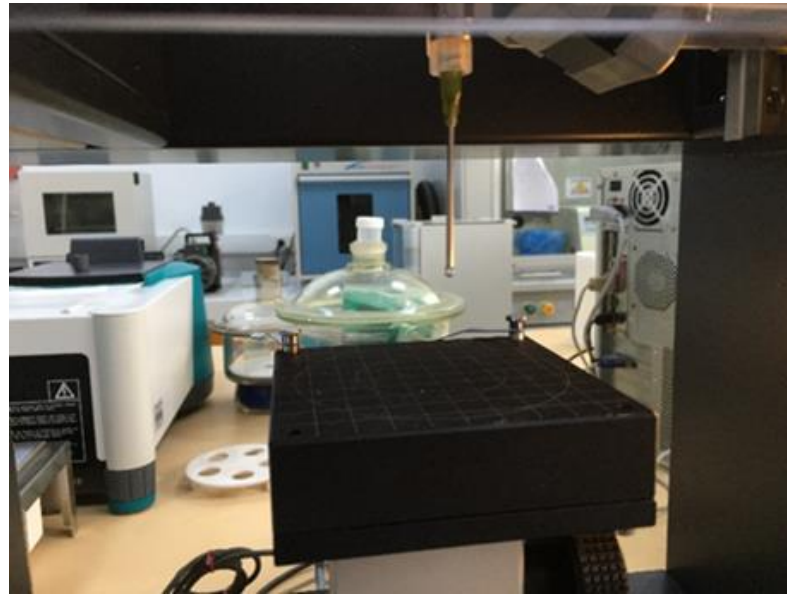
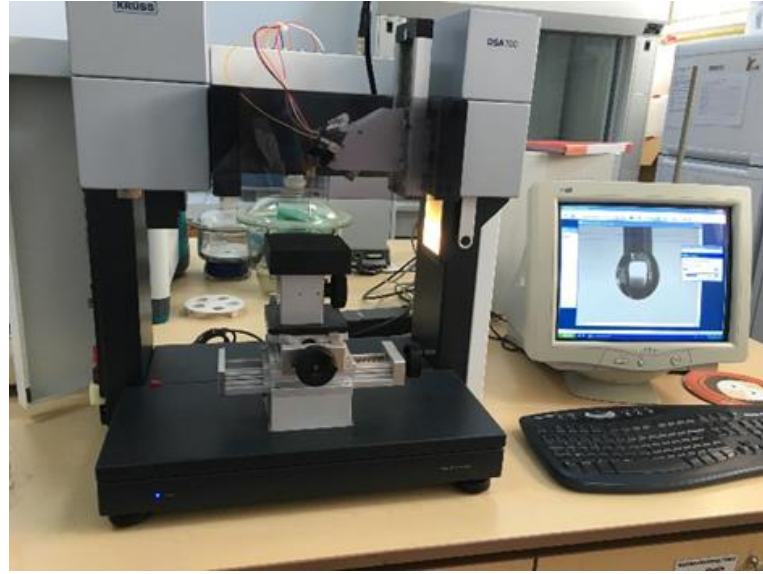
EDTA-T: 17 gr EDTA + 1,25gr sodyum lauril eter sülfat + 9,25ml NaOH + 90,75ml distile su

Hazırlanan solüsyonların pH'ları Mettler Toledo S210 pH Metre (Mettler-Toledo International Inc. Greifensee, Switzerland) cihazı ile ölçülmüştür. pH'ları 7,5 olacak şekilde hazırlandı.

% 2,5'lik NaOCl ise % 5,6'lık NaOCl solüsyonunun (Ace, Procter& Gamble, İstanbul, Türkiye) birebir oranında distile su ile karıştırılmasıyla hazırlandı.

### **3.2. Solüsyonların Yüzey Gerilimlerinin Ölçülmesi**

% 17'lik EDTA, REDTA, EDTA-T ve % 2,5'lik NaOCl solüsyonlarının yüzey gerilimi ölçümleri için, Hacettepe Üniversitesi Kimya Mühendisliği Laboratuvarında Drop Shape Analzer DSA100 (Krüss GmbH, Hamburg, Almanya) gonyometre cihazı kullanılarak yapılmıştır. Yüzey gerilimi ölçülürken bir mikropipet yardımıyla solüsyona ait damlalar oluşturulmuştur. Mikropipetin ucuna asılı duran damla düşmeden önce, ışık kaynağı ile aydınlatılarak, karşı tarafından bir kamera ile görüntüsü kaydedilmiştir (Şekil.3.1.). Damlanın görüntüsü, bilgisayara aktararak monitörde izlenebilmektedir. Daha sonra da uyumlu yazılım (DSA100) kullanılarak bilgisayar ortamında havada asılı duran damlanın hava ile yaptığı temas açısı ölçümü esasına dayalı yüzey gerilimi verileri hesaplanmıştır.



**Şekil 3.1.** Solüsyonları Yüzey Gerilimlerinin Gonyometre Cihazı ile Ölçümü

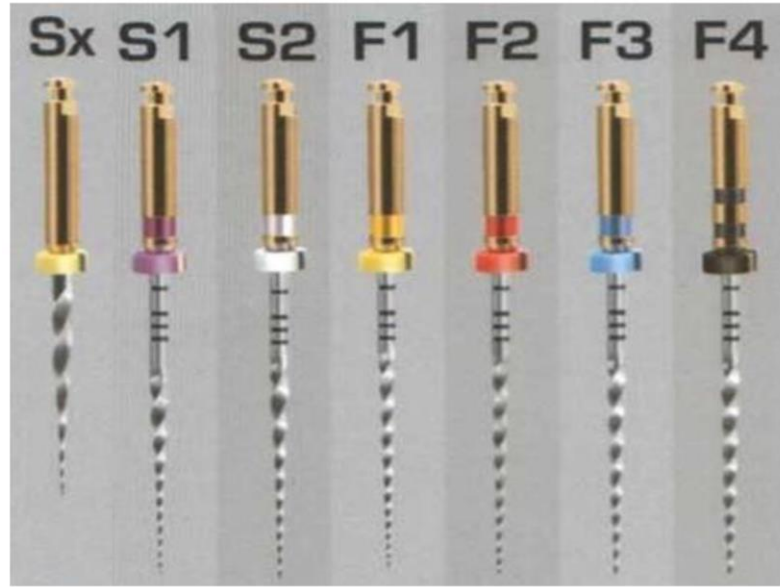
### **3.3. Çekilmiş Dişlerin Toplanması**

Kök dentin bağlanma dayanımının ölçülmesi için Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı Kliniğine başvuran ortodontik amaçlı çekilmiş olan 32 adet 30 yaş altı bireylere ait ve periodontal ve/veya protetik nedenlerle çekilmiş 32 adet 60 yaş üstü bireylere ait kök ucu kapanmış tek köklü, tek kanallı toplam 64 diş kullanıldı. Kron dentininin bağlanma dayanımının ölçülmesi için ise hastalardan çekim endikasyonu konulmuş, 24 adet 30 yaş altı bireylere ve 24

adet 60 yaş üstü bireylere ait toplam 48 adet yirmi yaş dişi toplandı. Dişlerin üzerindeki sert ve yumuşak doku artıkları bir kretuar yardımıyla temizlendi. Dişler operasyon mikroskobu altında incelenerek kırık, çatlak veya başka defektin bulunup bulunmadığı incelenerek fasiyal ve proksimalden, dişlerin tek köklü olduklarını doğrulamak amacıyla radyograflar alındı. Çift kanallı, apikal gelişimini tamamlamamış, çatlak-kırık bulunan veya kanal tedavisi bulunan dişler çalışmadan çıkarıldı. Çekimden sonra dişler deneylerin başlamasına kadar %0,1 lik NaOCl içinde bekletildi. Öncelikle kronlar mine-sement sınırından karbon separe ile uzaklaştırıldı.

### **3.4. Kök Kanallarının Kemomekanik Preparasyonu**

Kanal boyunun belirlenmesi için #15 K tipi eğe (Diadent, Burnaby, BC, Kanada) kök kanalına yerleştirildi ve çalışma boyu kök ucundan 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi. Kök kanallarının genişletilmesi ProTaper nikel titanyum döner alet sistemi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile üretici firmanın önerileri doğrultusunda belirlenen hız ve tork değerlerinde X-Smart plus tork kontrollü elektrikli motor (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) yardımı ile gerçekleştirildi. Sırasıyla ProTaper sistemine ait SX, S1, S2, F1, F2, F3 ve F4 eğeleri ( Şekil 3.2.) ile çalışma boyuna kadar genişletme yapıldı ve her eğe arasında 1 ml olacak şekilde % 2,5'lük sodyum NaOCl solüsyonu ile kanallar yıkandı.



**Şekil 3.2.** Kök kanal genişletmede kullanılan Protaper set

### **3.5. İrrigasyon Protokolünün Uygulanması Ve Obturasyonun Tamamlanması**

Her iki yaş grubundaki kök kanalları kullanılacak EDTA solüsyonuna bağlı olarak üç alt gruba (EDTA, REDTA, EDTA-T) ayrıldı (n =8). İrrigasyon protokolünde 1.grupta 3 mL EDTA, 2.grupta 3 mL REDTA, ve 3.grupta ise 3 mL EDTA-T solüsyonları 0,20 mm çapındaki yandan açılan irrigasyon iğneleri ile kronometre tutularak 1 dakika süreyle kök kanallarına uygulandı. Ardından final irrigasyonu olarak tüm gruplar sırasıyla 3 mL %2,5'luk NaOCl ve 3 mL serum fizyolojik (SF) ile irrigate edildi. Kontrol grubunda ise aynı kemomekanik preparasyon ve şekillendirme yöntemini takiben EDTA solüsyonları yerine sadece 3 mL serum fizyolojik solüsyonu kullanıldı. Deneysel gruplar ve kullanılan solüsyonlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 3.1.** Deney grupları

	Hastaların yaş grupları	Kullanılan irrigasyon solüsyonları
Grup 1	30 yaş altındaki bireyler	3 ml EDTA + 3 ml %2,5'luk NaOCl + 3 ml serum fizyolojik
Grup 2	30 yaş altındaki bireyler	3 ml REDTA + 3 ml %2,5'luk NaOCl + 3 ml serum fizyolojik
Grup 3	30 yaş altındaki bireyler	3 ml EDTA-T + 3 ml %2,5'luk NaOCl + 3 ml serum fizyolojik
Grup 4	30 yaş altındaki bireyler	SERUM FİZYOLOJİK
Grup 5	60 yaş üstündeki bireyler	3 ml EDTA + 3 ml %2,5'luk NaOCl + 3 ml serum fizyolojik
Grup 6	60 yaş üstündeki bireyler	3ml REDTA + 3ml %2,5'luk NaOCl + 3 ml serum fizyolojik
Grup 7	60 yaş üstündeki bireyler	3 ml EDTA-T + 3 ml %2,5'luk NaOCl + 3 ml serum fizyolojik
Grup 8	60 yaş üstündeki bireyler	SERUM FİZYOLOJİK

Dişlerin kök kanalları 40 numaralı kağıt koniler (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile hafif nemli kalacak şekilde kurutuldu. AH plus (DeTrey, Dentsply, Almanya) kök kanal dolgu patı üretici firmanın önerileri doğrultusunda hazırlandı. Pat kanal içerisine lentilo kullanılarak taşındı. Ardından F4 numaralı (#40 0,04) güta-perka (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) üzeri AH plus ile kaplanarak kök kanalına yerleştirildi. Deney grubundaki tüm örnekler 25 numaralı spreader ile kontrol edildi ve mevcut boşluklar lateral sıkıştırma tekniği uygulanarak yardımcı güta-perka konları ile dolduruldu ve fazla güta-perka ısıtılmış bir alet yardımı ile uzaklaştırıldı. Kanal girişleri kavite ile kapatıldı. Kanallar doldurulduktan sonra tüm örnekler materyallerin tam olarak sertleşebilmeleri için 2 hafta boyunca 37°C derecede ve % 100 nemli ortamda bekletildi. Örnekler Yatay kesitler alınırken kesme

cihazına monte edilebilmesi için silindirik kalıplar kullanılarak metil metakrilat rezin içerisine gömüldü.

### 3.6. Kök Dentin Kesitlerinin Elde Edilmesi

ISOMET cihazı (IsoMet 4000, Buehler, IL, ABD) kullanılarak, düşük hızda dönen 0,3 mm kalınlığında elmas diskler (Buehler, IL, ABD) ile su soğutması altında, örneklerden korondan apikale doğru yaklaşık 1 mm kalınlığında kesitler alındı (Şekil 3.3.) ve kalınlıkları dijital kumpas ile ölçüldü (Şekil 3.4.). Her dişten 6 adet kesit alındı, istatistiksel hesaplama yapılırken 6 değerın ortalaması alınarak, tek bir değer kabul edildi. Örneklerin koronal yüzleri işaretlendi ve her deney grubu için 48 örnek elde edildi.

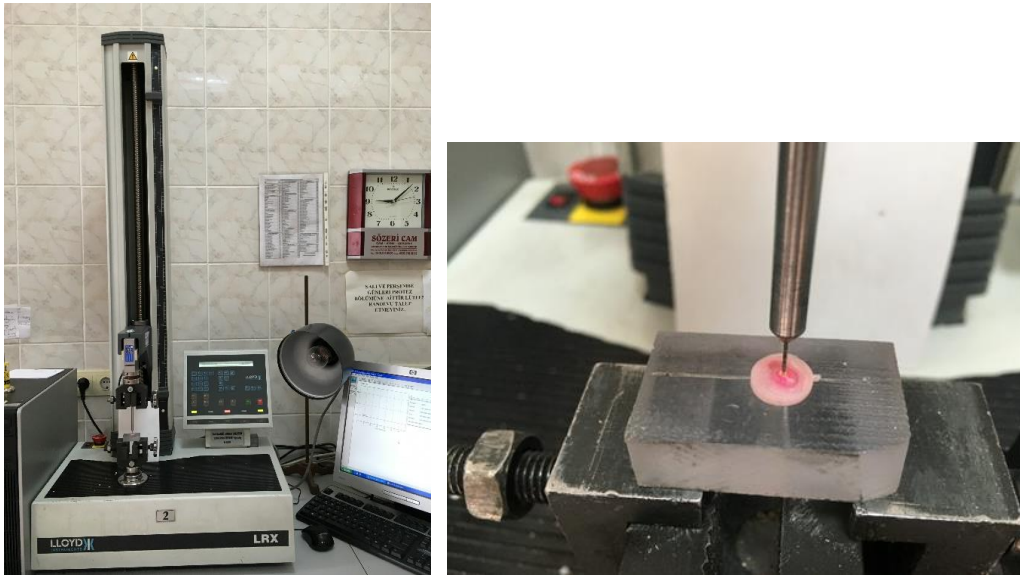


Şekil 3.3.-3.4. Kesitlerin Elde Edilmesi ve Kesit Kalınlıklarının Kontrolü

### 3.7. Kök Kanal Dolgu Matının Kök Dentinine Bağlanma Dayanımının Ölçülmesi

Kök Dentin örneklerinin push-out bağlanma dayanımları evrensel test cihazı olan INSTRON (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK) kullanılarak ölçüldü (Şekil 3.5.). Paslanmaz çelikten yapılmış 0.4 mm, 0.6 mm ve 0.8 mm

çapındaki silindirik uç cihaza monte edilerek sadece kanal dolgusuna temas edecek şekilde konumlandırıldı. Hazırlanan düzenek ile kök kanal dolgusu ve dentin arasındaki bağlantıda kopma gerçekleşene kadar 1mm/dk sabit hız ile kuvvet uygulandı (Şekil 3.6.). Bu aşamada kesitlerinin apikalden koronale doğru artan koniklik açısı nedeniyle kuvvet kanal dolgusunun apikal yüzünden koronal yüzüne doğru uygulandı. Nexygen veri analiz programı (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK) kullanılarak kopma kuvvetleri Newton (N) cinsinden kaydedildi.



Şekil 3.5.- 3.6. Instron cihazı ve bağlanma dayanımı testinin uygulanışı

Newton cinsinden elde edilen sonuçlar, aşağıdaki formüle göre Megapaskala (MPa) cinsinden bağlanma dayanımı sonuçları hesaplandı.

$$\text{Bağlanma dayanımı(MPa)} = \frac{\text{Maksimum kuvvet(N)}}{\text{Kök kanal dolgusunun bağlanma alanı(mm}^2\text{)}}$$

Her kesit için bağlanma alanının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanıldı;

Kesik koni şeklinde olan kök kanal dolgusu için bağlanma alanı = A

$$A = \pi(R + r)\sqrt{(R - r)^2 + h^2}$$

Bu formülde R kesitlerin koronal yüzeyindeki kök kanal yarıçapını, r kesitlerin apikal yüzeyindeki kök kanal yarıçapını ve h kesitlerin mm cinsinden kalınlığını temsil etmektedir.  $\pi$  değeri olarak 3.14 kullanılmıştır.

Kök kanallarının konik morfolojisinden dolayı, elde edilen kesitlerdeki bağlanma alanı kesik koni şeklindedir. Kesik koninin alt ve üst yarıçaplarının hesaplanması için kök kanalları stereomikroskop (X4,5)(Olympus SZ61, Olympus, Tokyo, Japonya) (Şekil 3.7.) altında incelendikten sonra alınan görüntüler İMAGE J (National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland, USA) görüntü analiz programında değerlendirildi. Kesitlerin iki yüzünden de yarıçap ölçümü yapıldı.



**Şekil 3.7.** Stereomikroskop

### **3.8. Kron Dentin Örneklerinin Hazırlanması**

Diş kökleri mine-sement sınırından karbon separe ile uzaklaştırıldı. Kron minesinin tamamen kaldırılması amacıyla, ISOMET cihazıyla (IsoMet 4000,Buehler, IL, ABD) dişlerin uzun aksına dik ve oklüzal pitin 2 mm apikalinden geçecek şekilde mine yüzeyleri kaldırıldı. Böylece minenin tamamının kaldırılmasıyla elde edilen yüzeyel dentin çalışmamızda kullanılmıştır. Bağlanmanın yapılacağı düz dentin yüzeyleri 1000 gritlik silikon karbit zımpara ile su altında 60

saniye süreyle zımparalanarak standart bir smear tabakası oluşturuldu ve adeziv rezinlerin uygulanmasına hazır hale getirildi.

### 3.9. İrrigasyon Solüsyonlarının Uygulanması

İrrigasyon protokolünde kron dentinine 10 dakika süresince %2,5'lük NaOCl solüsyonu uygulandı. Ardından her iki yaş grubundaki kron örnekleri kullanılacak EDTA solüsyonuna bağlı olarak dört gruba (EDTA, REDTA, EDTA-T, kontrol) ayrıldı (n =6). İrrigasyon protokolünde 1.grupta 3 ml EDTA, 2.grupta 3 ml REDTA, ve 3.grupta ise 3 ml EDTA-T solüsyonları kronometre tutularak 1 dakika süreyle uygulandı. Ardından final irrigasyonu olarak tüm gruplar sırasıyla 3 ml %2,5'lük NaOCl ve 3 ml serum fizyolojik (SF) ile irrig edildi. Kontrol grubunda ise EDTA solüsyonları yerine sadece 3 ml serum fizyolojik solüsyonu kullanıldı. Deneysel gruplar ve kullanılan solüsyonlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 3.2.:** Deneysel Gruplar

	Hastaların yaş grupları	Kullanılan irrigasyon solüsyonları
Grup 1	30 yaş altındaki bireyler	12 ml %2,5'lük NaOCl + 3 ml EDTA + 3 ml %2,5'lük NaOCl + 3 ml serum fizyolojik
Grup 2	30 yaş altındaki bireyler	12 ml %2,5'lük NaOCl + 3 ml REDTA + 3 ml %2,5'lük NaOCl + 3 ml serum fizyolojik
Grup 3	30 yaş altındaki bireyler	12 ml %2,5'lük NaOCl + 3 ml EDTA-T + 3 ml %2,5'lük NaOCl + 3 ml serum fizyolojik
Grup 4 (Kontrol)	30 yaş altındaki bireyler	12 ml %2,5'lük NaOCl + SERUM FİZYOLOJİK
Grup 5	60 yaş üstündeki bireyler	12ml %2,5'lük NaOCl + 3ml EDTA + 3ml %2,5'lük NaOCl + 3ml serum fizyolojik
Grup 6	60 yaş üstündeki bireyler	12 ml %2,5'lük NaOCl + 3 ml REDTA + 3 ml %2,5'lük NaOCl + 3 ml serum fizyolojik
Grup 7	60 yaş üstündeki bireyler	12 ml %2,5'lük NaOCl + 3 ml EDTA-T + 3 ml %2,5'lük NaOCl + 3 ml serum fizyolojik
Grup 8 (Kontrol)	60 yaş üstündeki bireyler	12 ml %2,5'lük NaOCl + SERUM FİZYOLOJİK

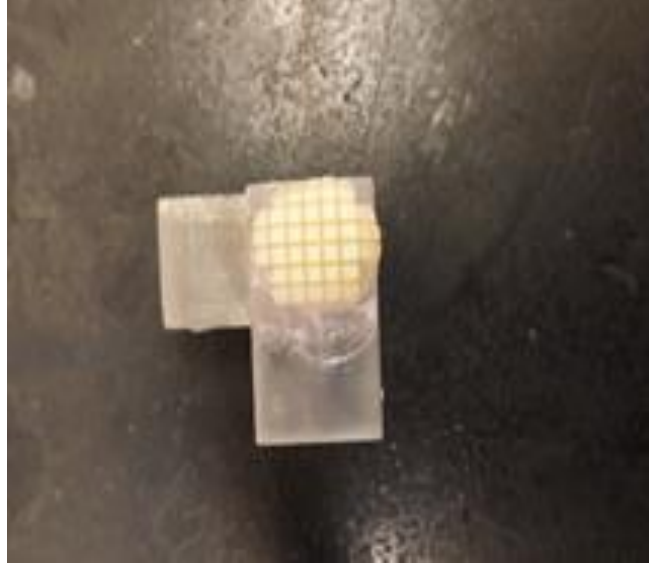
### 3.10. Kron Dentinine Adeziv Sistemin Uygulanması

Üretici firmanın önerileri doğrultusunda orta derecede asidik olan self etch Universal Single Bond (3M ESPE, St.Paul, USA) dentin bağlayıcısı tek kat olarak dentin yüzeyine uygulandı. 20 saniye kadar bekletildikten sonra, yaklaşık 1 cm uzaktan 10 saniye hava spreyi ile hafifçe kurutuldu ve bir kat daha dentin bağlayıcı ajan tek kat halinde uygulandı. İkinci kat dentin bağlayıcı sürülmesinden sonra 30 sn kadar beklendi, ardından 1 cm uzaktan 5 sn boyunca hava spreyi kullanılarak hafifçe kurutuldu ve 40sn 460-500 nanometre dalga boyundaki halojen ışık kaynağı ile 20 sn polimerize edildi. Restorasyon için universal mikrohibrid rezin kompozit materyal Filtek Z250 (3M ESPE, St.Paul, USA) 2 mm' lik tabakalar halinde 2 tabaka olacak şekilde yerleştirildi ve her tabaka 40 sn ışıkla polimerize edildi.

### 3.11. Kron Dentin Kesitlerinin Elde Edilmesi

Dolgu materyali yerleştirilen dişler distile su içerisinde 37<sup>0</sup> C' de etüvde 24 saat bekletildi. Bekletme süresinin sonunda dişler "L" şeklindeki akrilik bloklara siyano akrilat ile yapıştırıldı. Restorasyonu tamamlanan dişler, kesit alma cihazına dişin uzun aksına paralel olacak şekilde yerleştirildi. Daha sonra örneklerden su soğutmalı kesit alma aletine takılan 0,3 mm kalınlığındaki elmas disk ile dişin uzun aksına paralel olacak şekilde yaklaşık 1 mm genişlikte bukkal yüzden başlayarak seri kesitler alındı. Her dişten 15 adet kesit alındı, istatistiksel hesaplama yapılırken 15 değerlerin ortalaması alınarak, tek bir değer kabul edildi.

Aynı örnekler 90 derece çevrilerek bu sefer mezialden başlanarak 1 mm genişlikte seri kesitler alındı. Dişler bağlantı ara yüzeyleri yaklaşık 1 mm<sup>2</sup> olacak şekilde çubuk şeklinde kesitler elde edildi (Şekil 3.8.). Bir dijital mikrometreyle (Mitutoyo, Japan) test edilecek örneklerin kenar uzunlukları ölçülerek bağlanma yüzey alanı hesaplandı.



**Şekil 3.8.** Örneklerden kesitlerin alınması

### 3.12. Kron Dentininin Bağlanma Dayanımının Ölçülmesi

Kron dentin örneklerinin bağlanma dayanımı ölçümleri için örnekler mikrotensile cihazının (Micro Tensile Tester, BISCO, Inc. Schaumburg, IL, USA) test bloğuna siyanoakrilat yapıştırıcı (Zapit, Dental Ventures of America, Inc., Corona, CA, USA) ile iki ucundan yapıştırıldı (Şekil 3.9.).



**Şekil 3.9.** Örneklerin test bloğuna yapıştırılması

İki ucundan kuvvet uygulanan örneklerin, kopma anındaki değerleri aletin dijital göstergesinde sabitlendi ve bu değerler Newton (N) olarak kaydedildi (Şekil

3.10.). Daha sonra ölçülen mikrogerilim bağlanma dayanım değerlerinin birimleri Newton cinsinden “Megapaskala” (MPa) dönüştürüldü (Newton/Yüzey Alanı).



Şekil 3.10. Bağlanma dayanımı testlerinin uygulanması

**İstatistiksel veri Değerlendirmesi:** Verilerin homojenitesi Shapiro Wilk testi ile değerlendirildi. Parametrik testlerden iki yönlü Varyans analizi ve ikili karşılaştırmalar için Bonferroni testi kullanılmıştır. Non-parametrik testlerden Kruskal Wallis yöntemi ile, ikili kıyaslamalar ise Mann Whitney U testi kullanılarak değerlendirilmiştir ( $p < 0.05$ ).

## 4. BULGULAR

### 4.1. Kök Dentininin Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular

Çalışmamızda, surfaktanlı EDTA solüsyonlarının genç ve yaşlı kök dentininin bağlanma dayanımına etkisi push-out testi ile değerlendirildi. Diş köklerinin her birinden 6 kesit elde edildi ve ortalaması alınarak tek bir değer olarak kabul edildi. Verilerin ortalama, standart hata, minimum, maximum ve ortanca değerleri tanımlayıcı testler yardımıyla belirlendi. Sonuçlar tablo 4.1. ve şekil 4.2 de gösterildi. Verilerin eşit dağılım gösterip göstermediği Shapiro Wilk testi ile değerlendirildi ve şekil 4.1 de gösterildi. Kök dentin verilerinin normal dağılım göstermesi üzerine, veriler istatistiksel olarak parametrik testlerle değerlendirildi. Sonuçlar İki yönlü Varyans analizi ile değerlendirildiğinde gruplar arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Bunun üzerine ikili karşılaştırmalar Bonferroni testi ile incelendi ve sonuçlar Tablo 4.2.' de gösterildi.

Bu sonuçlara göre:

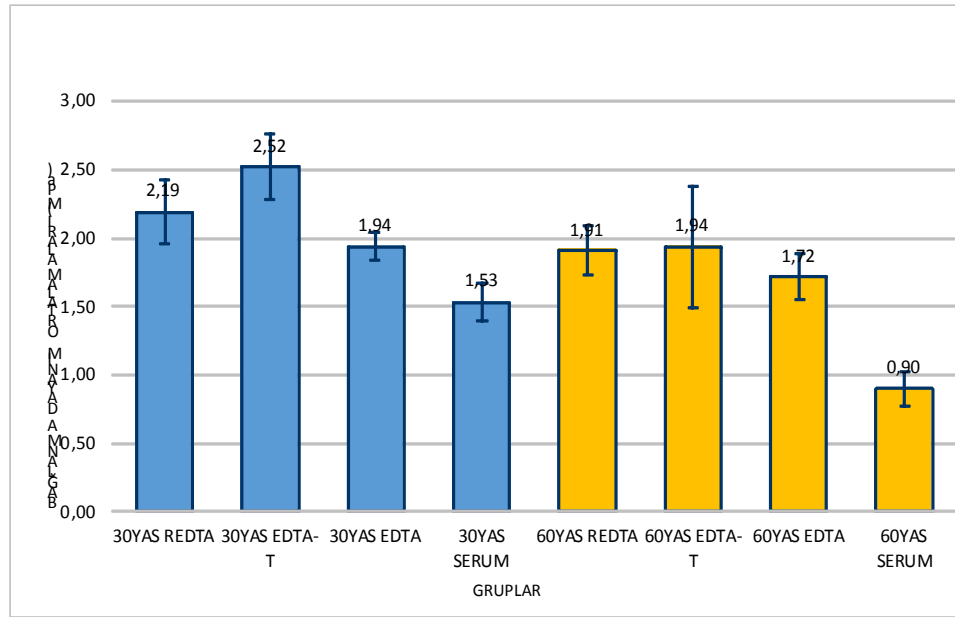
1. Solüsyonlardan bağımsız bir şekilde yapılan karşılaştırmada yaşlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). 30 yaş altı bağlanma dayanımı değerleri 60 yaş üstü bağlanma değerlerinden yüksektir.
2. Yaşlardan bağımsız bir şekilde solüsyonların etkisi değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır ( $p<0,001$ ). Bonferroni testi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda; serum grubu anlamlı olarak diğer irrigasyon solüsyonlarından daha düşük bağlanmaya yol açmıştır ( $p<0,001$ ). Bunun yanı sıra EDTA-T grubu yaşlardan bağımsız olarak EDTA grubuna kıyasla kök dentininin bağlanma değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artırmıştır. ( $p<0,001$ ).
3. Grupların kendi içindeki karşılaştırmalarda:  
30 yaş altı örneklerde: Bonferroni testi ile yapılan ikili karşılaştırmalarda; serum grubu anlamlı olarak diğer irrigasyon solüsyonlarından daha düşük bağlanmaya yol açmaktadır ( $p<0,01$ ). REDTA grubu ile, serum EDTA-T ve EDTA grubu arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Bununla

beraber EDTA-T, serum grubu ve EDTA grubuna kıyasla dentinin bağlanma dayanımını önemli ölçüde artırmıştır ( $p<0.001$ ).

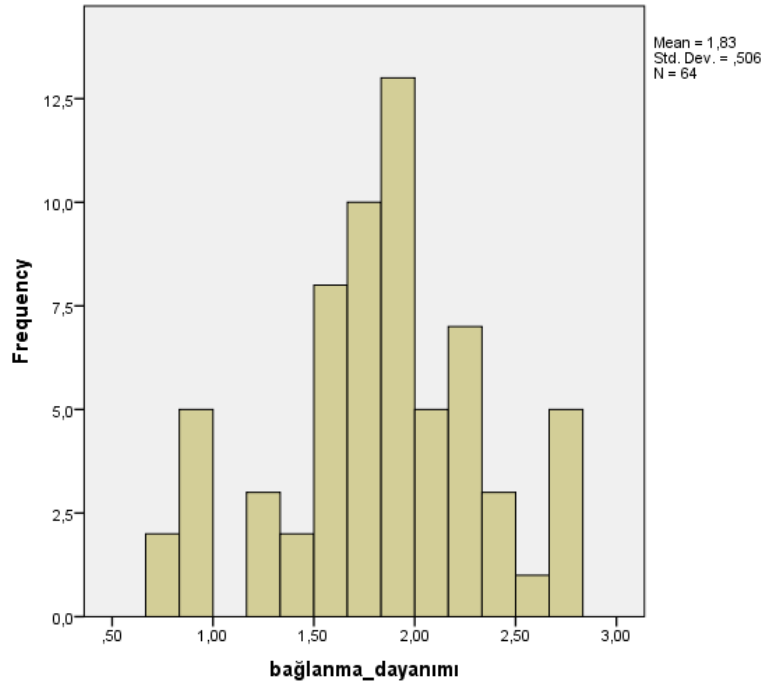
60 yaş üstü örneklerde: İkili karşılaştırmalarda; serum grubu anlamlı olarak diğer irrigasyon solüsyonlarından daha düşük bağlanmaya yol açmaktadır ( $p<0.001$ ). Diğer solüsyonlar arasında ise anlamlı bir fark gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ).

#### 4. Gruplar arası karşılaştırmalarda:

Sadece serum ile irrigate edilen örnekler incelendiğinde 30 yaş altı grupta dentinin bağlanma dayanımı 60 yaş üstü gruba göre daha yüksek bulunmuştur ( $p<0.01$ ). EDTA grubunda ise yaşa bağlı anlamlı bir fark gözlenmezken ( $p>0.05$ ), EDTA-T ( $p<0.001$ ) ve REDTA ( $p<0.002$ ) grubunda 30 yaş altı kök dentin örneklerinin bağlanma dayanımı 60 yaş üstü örneklerle kıyaslandığında anlamlı derecede yüksek olduğu gözlemlendi.



**Şekil 4.1.** Kök Dentinine Ait Bağlanma Dayanımı İçin Ortalama Ve Standart Sapma Değerleri



Şekil 4.2. Kök Dentinine Ait Bağlanma Dayanımı İçin Shapiro Wilk Normalite Testi

Tablo 4.1. Kök dentinine ait bağlanma dayanımının istatistiksel değerleri

	30 YAŞ (N/mm <sup>2</sup> =Mpa)					60 YAŞ (N/mm <sup>2</sup> =Mpa)				
	MAX.	MİN.	ORTALAMA	ORTANCA	STD	MAX.	MİN.	ORTALAMA	ORTANCA	STD
REDTA	2,62	1,79	2,19	2,18	0,24	2,30	1,65	1,91	1,85	0,18
EDTA-T	2,79	2,14	2,52	2,59	0,24	2,77	1,27	1,94	1,83	0,44
EDTA	2,18	1,85	1,94	1,90	0,10	1,93	1,36	1,72	1,74	0,17
SERUM	1,78	1,26	1,53	1,55	0,14	1,17	0,72	0,90	0,89	0,12

**Tablo 4.2.** Bağlanma dayanımı değerleri birbirinden istatistiksel olarak farklı olan grupların gösterilmesi

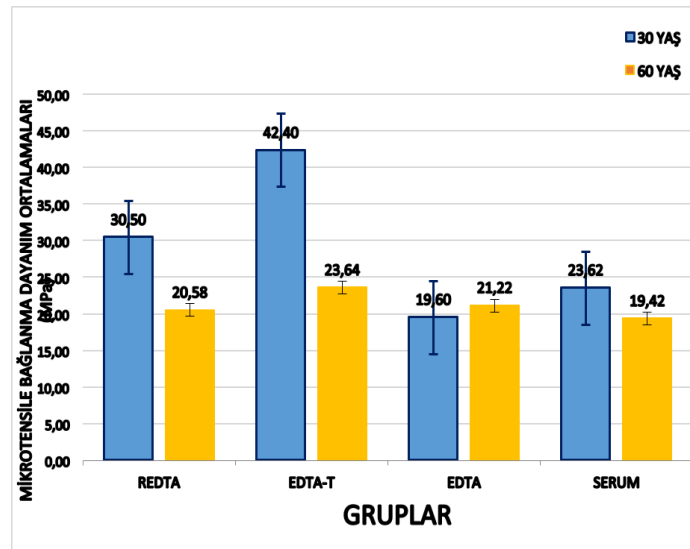
Sütun1	<30REDTA	<30EDTA-T	<30EDTA	<30SERUM	>60REDTA	>60EDTA-T	>60EDTA	>60SERUM
< 30 REDTA				X	X			
< 30 EDTA-T			X	X			X	
< 30 EDTA		X		X				
< 30 SERUM	X	X	X					
> 60 REDTA	X							X
> 60 EDTA-T		X						X
> 60 EDTA								X
> 60 SERUM	X	X	X					

#### 4.2. Kron Dentininin Bağlanma Dayanımına Ait Bulgular

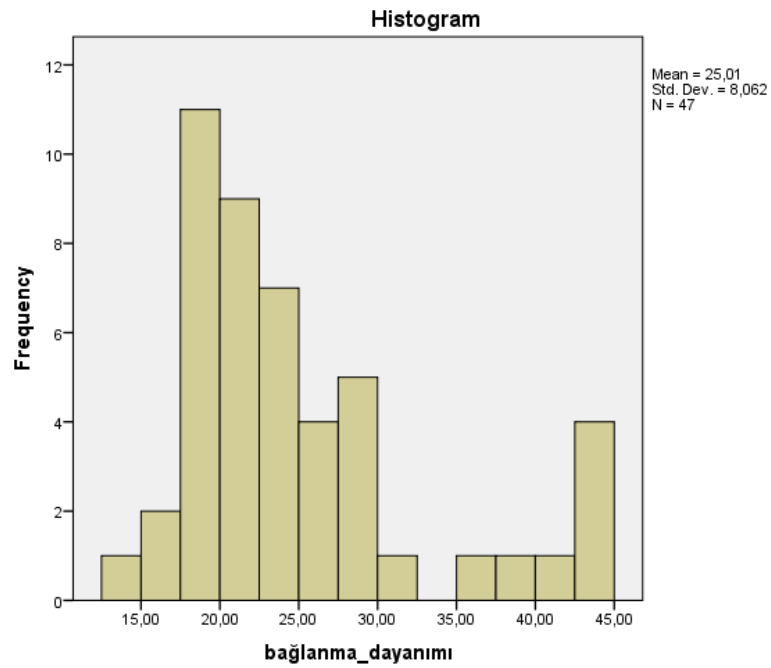
Bu çalışmada, surfaktanlı EDTA solüsyonlarının genç ve yaşlı kron dentininde bağlanma dayanımına etkisi mikrotensile testi ile değerlendirildi. Diş kronlarından her birinden 15 kesit elde edildi ve ortalaması alınarak tek bir değer olarak kabul edildi. Verilerin ortalama, standart hata, minimum, maximum ve ortanca değerleri tanımlayıcı testler yardımıyla belirlenerek Tablo 4.3. ve Şekil 4.3'de gösterildi. Verilerin eşit dağılım gösterip göstermediği Shapiro Wilk testi ile değerlendirildi ve şekil 4.4 de gösterildi. Kök dentin verilerinin sonuçlarının normal dağılım göstermemesi üzerine, gruplar arası istatistiksel değerlendirmeler non-parametrik testlerden Kruskal Wallis yöntemi ile ikili kıyaslamalar ise Mann Whitney U testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Kruskal Wallis test sonuçları anlamlı farklılık göstermiştir ( $P < 0.05$ ). Bunun üzerine ikili kıyaslamalar Mann Whitney U testi kullanılarak incelendiğinde:

1. 30 yaş altı grubunda solüsyonların bağlanma dayanımı üzerine etkisi anlamlı olarak farklı bulunmuşken ( $p < 0,001$ ) 60 yaş üstü grupta solüsyonların bağlanma dayanımı üzerine anlamlı bir etkisi yoktur ( $p > 0,05$ ).

2. 30 yaş altı grubundaki solüsyonlar kendi içinde karşılaştırıldığında EDTA-T grubu, serum ve EDTA grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).
3. Gruplar arası yapılan karşılaştırmada REDTA ve EDTA-T solüsyonlarının uygulandığı 30 yaş altı grubunda kron dentininin bağlanma dayanımı değerleri 60 yaş üstü gruba göre daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Bu solüsyonların uygulandığı Serum ya da EDTA gruplarında yaşa bağlı değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p > 0,05$ ).
4. Yaşlardan bağımsız solüsyonları karşılaştırdığımızda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). EDTA-T solüsyonu, EDTA solüsyonuna göre grupta istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p < 0,05$ ), diğer gruplar arasında fark yoktur ( $p > 0,05$ ).
5. Solüsyonlardan bağımsız yaşları karşılaştırdığımızda 30 yaş altı grubunda istatistiksel olarak daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde edildiği gözlenmiştir ( $p < 0,01$ ).



**Şekil 4.3.** Kron Dentinine Ait Bağlanma Dayanımı İçin Ortalama Ve Standart Sapma Değerleri



**Şekil 4.4.** Kron Dentinine Ait Bağlanma Dayanımı İçin Normalite Testi

**Tablo 4.3** Kron dentinine ait bağlanma dayanımının tanımlayıcı istatistiksel veriler

	30 YAŞ (N/mm <sup>2</sup> =Mpa)					60 YAŞ (N/mm <sup>2</sup> =Mpa)				
	MAX.	MİN.	ORTALAM	ORTANCA	STD	MAX.	MİN.	ORTALAM	ORTANCA	STD
<b>REDTA</b>	36,02	26,27	30,50	29,92	3,74	26,18	16,51	20,58	19,72	3,64
<b>EDTA-T</b>	43,37	39,68	42,40	42,92	1,39	29,03	18,00	23,64	23,35	4,62
<b>EDTA</b>	22,73	14,63	19,60	20,20	3,29	23,48	18,14	21,22	21,26	1,89
<b>SERUM</b>	28,62	18,43	23,62	24,15	4,23	24,28	16,52	19,42	18,77	2,65



## 5. TARTIŞMA

Endodontik tedavi, kimyasal ve mekanik preparasyonun ardından, kök kanal sisteminin üç boyutlu olarak doldurulması ile tamamlanır. Kök kanalının doldurulması işlemi kor materyalleri ile kanal dolgu patlarının birlikte kullanımı ile gerçekleştirilir. Kanal dolgu patlarının önemli görevlerinden biri guta perka ile kök kanal dentin duvarlarına yapışarak, kök kanal boşluğunu hermetik olarak tıkayan boşluksuz kompakt monoblok bir yapı oluşturmaktır (168). Adezyon işlemi dentin yüzeyi ile kök kanal dolgu maddelerinin birbirine bağlanması sonucu sağlanan mekanik kuvvetlerin etkisiyle gerçekleşir. Bu nedenle kök kanal tedavisi sırasında kullanılan irrigasyon solüsyonları, antibakteriyel etkinliğin yanısıra dentin yüzeyinde gerek organik/inorganik yapıdaki değişiklikler gerekse dentin tübüllerinde oluşan değişimler vasıtasıyla kök kanal dolgu maddelerinin ve koronal restorasyon maddelerinin dentine adezyonunu etkileyebilmektedir (169) İrrigasyon solüsyonunun yüzey gerilimi ve dentinin ıslatabilirliği, dentin adezyonunu etkileyen önemli faktörlerdir (5,21,30) ve solüsyon dentin yüzeyine ne kadar iyi akar ve yüzeyi ne kadar iyi ıslatırsa o kadar güçlü bir adezyon oluşacaktır (32,33).

Yüzey geriliminin yüksek olması, irrigasyon solüsyonlarının dentin tübülleri içine penetrasyonunu azaltmaktadır. Bu durum da irrigasyon solüsyonunun dentin tübülleri içerisindeki etkinliğini düşürmektedir (170). İrrigasyon solüsyonlarının kök kanal dentin duvarlarına uygun temas zamanının belirlenmesiyle ilgili yapılan çalışmada en büyük rolün irrigantın dentini ıslatabilme kapasitesinin olduğu gösterilmiştir (171).

Optimum ıslanabilirlik elde etmek için, substratın yüzey enerjisi mümkün olduğu kadar yüksek olmalı ve substrat ile temasta olan sıvının yüzey gerilimi mümkün olduğu kadar düşük olmalıdır (172). Bizim çalışmamızda kullandığımız kök kanal irrigasyon solüsyonlarının yüzey geriliminin dentinin adeziv özelliğini etkileyip etkilemediğini incelemek amacıyla NaOCl, EDTA, REDTA ve EDTA-T için yüzey gerilimi değerleri pendent drop yöntemiyle ölçüldü. Yüzey gerilimi değerleri %2,5'lik NaOCl: 76,24 mN/m, EDTA :68,49 mN/m, REDTA : 33,39 mN/m ve EDTA-T : 24,06 mN/m olarak ölçülmüştür. Yüzey gerilim değerleri, EDTA solüsyonuna surfaktan ilave edilmesiyle EDTA-T için yaklaşık % 65,

REDTA için ise %50 düşmüştür. Düşük yüzey gerilimi irrigantların prepare edilememiş kök kanalındaki alanlarına, lateral kanallara ve dentin tübüllerine penetrasyonlarını ve dentin duvarları ile temaslarını arttırabilmektedir (173). Yüzey gerilimi sıcaklığın arttırılması ile ya da surfaktan olarak bilinen kimyasallar eklenerek azaltılabilmektedir (87,174,175).

Çalışmalarda irrigasyon solüsyonlarının yüzey gerilimlerinin düşük olmasının endodontik tedavinin başarısında oldukça önemli olduğunu ve bu solüsyonlarla yapılan irrigasyon işlemi sonrasında kök kanal sisteminde artık materyallerin ve debrisin tamamına yakın kısmının uzaklaştırıldığı gösterilmiştir (7,173).

Surfaktan ilavesiyle birçok irrigasyon solüsyonunun etkinliği artmaktadır. Surfaktan eklenen NaOCl'in doku çözücü etkinliğinin arttığı bildirilmiştir (175). Son yıllarda yapılan bir çalışmada deterjan özelliğine sahip Triton X-100'ün NaOCl solüsyonuna ilave edilmesiyle epoksi-rezin bazlı kök kanal dolgu maddesinin bağlanma dayanımını artırdığı, buna karşılık Tween 80 ilavesi ise AH Plus kanal dolgu patının bağlanma dayanımını azalttığı rapor edilmiştir (176,177).

Araştırmacılar EDTA solüsyonunun antibakteriyel etkinlik açısından başarısız olduğu ve dentin tübüllerine daha iyi penetre olabilmesi ve böylece klinik performansını artırılabilmesi amacıyla deterjan eklenmesini önermektedirler (173) Liu ve diğ. EDTA-Cetrimide ve QMix irrigasyon solüsyonlarının EDTA-NaOCl uygulanan gruba göre *E. faecalis* 'e karşı çok daha etkin olduğunu göstermişlerdir (178). Uzunoğlu ve diğ. surfaktan içeren QMix irrigasyon solüsyonunun kök dentin bağlanma dayanımını artırdığını rapor etmişlerdir (179). Buna karşılık EDTA ve Sitrik Asit solüsyonlarına surfaktan ilave edilmesinin bu solüsyonların dekalsifikasyon kapasitesini artırmadığı, EDTA-T'nin zamana bağlı olarak Ca<sup>++</sup> uzaklaştırmada EDTA'dan farklı olmadığını, ve Aslantaş ve diğ. yaptığı çalışma ile dentinin mikrosertliğini EDTA'ya göre değiştirmedığı rapor edilmiştir (180,181).

Bizim çalışmamızda, yapılan ölçümler sonucunda en düşük yüzey gerilimine sahip olan EDTA-T solüsyonu ile irrije edilen hem kron hemde kök dentininde yaşa bağlı olmaksızın en yüksek bağlanma dayanımı sonucu elde edilmiştir. Yılmaz ve diğ. (139) surfaktanlı ve surfaktansız EDTA solüsyonlarının dentin yüzeyinde oluşturduğu yüzey enerjisi değişimlerini inceledikleri çalışmalarında surfaktan ilavesinin EDTA'nın yüzey gerilimini düşürdüğü, dentin yüzeyinde en yüksek yüzey

enerji değerlerinin dolayısıyla ıslanabilirliğin, yüzey geriliminin en düşük olduğu EDTA-T grubunda gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Yüksek ıslanabilirlik değerleri daha iyi adeziv özelliği işaret ettiğinden, araştırmada rapor edilen bu veriler, bizim çalışma sonuçlarımızı desteklemektedir. Serbest yüzey enerjisi akışkan özellikteki bir materyalin sert bir yüzeyi ne kadar ıslatabildiğini göstermesi açısından önemlidir.

Surfaktanlar, bir sıvının, iki sıvı arasındaki temas yüzeyinin yada bir sıvı ile bir katı arasındaki temas yüzeyinin yüzey gerilimini düşüren bileşiklerdir. Surfaktanlar, ıslatmaya yardımcı ajan, deterjan, emülsifikatör, köpürtücü ya da erimeye yardımcı madde gibi davranırlar. Aköz solüsyonlarda miçel yapıları oluştururlar. Misel yapısı fosfolipid yapılardan oluşur, hidrofobik yapılar iç kısımda birbirini ile temas halinde, hidrofilik kısımlar ise dış kısımda yer alarak küre formunun oluşmasına neden olur. Surfaktanın konsantrasyonu, miçel konsantrasyonu ile alakalıdır. Surfaktanlar suyun içinde bulunan kalsiyum ve magnezyum gibi elementlere yapışır, böylece yıkama ve köpük oluşturma özelliği azalır (182). Aköz sistemlerde setrimit tamamen iyonlaşır ve tetrahedral yapı olan bir katyona dönüşür. Fosfat anyonlarında tetrahedral yapıda bulunur. Anyonik ve katyonik iyonların birleşmesi sonucu, kristalizasyon süreci kontrol altına alınır (183).

Bu çalışmada irrigasyon maddesi olarak kullanılan EDTA-T solüsyonu, %17'lik EDTA ile % 0,2'lik lauril sodyum sülfatın kombinasyonudur. 17 gr EDTA tozuna, 1,25gr sodyum lauril eter sülfat tozu eklenir. Sodyum lauril sülfat katyonik bir deterjandır (184), eklendiği irrigantın yüzey gerilimini düşürür, kök kanal duvarı girişinin ıslanabilirliğini kolaylaştırır ve böylece şelatörün dentine olan penetrasyon kapasitesini artırır (7). % 0,2'lik sodyum lauril sülfat, EDTA solüsyonuna ilave edilince tamamen çözünmesi için uzun süre gerekmektedir. Özellikle daha düşük pH'da hazırlanması gereken solüsyonlar için bu durum sorun yaratabilir. Çözündükten sonrada çok kolaylıkla kristalize olmaktadır. Bu nedenle solüsyonun taze olarak hazırlanıp süratle kanallarda kullanılması önerilmektedir. Bizim çalışmamızda kristalizasyonu geciktirmek için solüsyonlar pH 7,5 de hazırlanmıştır.

REDTA solüsyonu ise, 17 gr EDTA tozuna, 0,84 gr setil trimetilamonyum bromüd (setrimit) ilave edilmesi ile elde edilir (83). Kuaterner amonyum bileşiği olan setrimit yüzey geriliminin düşürülmesi ve penetrasyon oranının artırılabilmesi

için solüsyonlara ilave edilir (185). Çalışmamızda REDTA, EDTA-T'ye kıyasla daha yüksek yüzey gerilimi sonuçlarına sahipti. Dentin adezyonu açısından değerlendirildiğinde ise, kron dentini bağlanma dayanımını sadece 30 yaş altı örneklerde artırırken, kök dentininde ise kontrol örneklerine kıyasla her iki yaş grubunda daha yüksek bağlanma dayanımı sonuçları göstermiştir.

Dentin dokusu, kullanılan kök kanal irrigasyon solüsyonlarıyla yapısal değişime uğrayabildiği gibi yaşlanmaya bağlı olarak dentin adezyonunu etkileyebilecek değişimlere sahip olabilir.

Yaşam süresinin uzamasıyla birlikte geriatric diş hekimliği işlemleri giderek artmaktadır. Atrizyon diş aşınmasına sebep olan temel faktörlerden biridir. Fizyolojik bir süreç olan diş aşınması, adaptif kapasitenin üstünde olursa, patolojik problemlere neden olabilir. Bu aşınmalar minede aşınma, transparant dentin oluşumu ve reaksiyoner dentin oluşumu gibi morfolojik değişimlere neden olur (186). Senawongse ve diğ. (187), yaptığı çalışmaya göre manto dentin ve globüler dentinin kalınlığının yaşla birlikte azaldığı, primer ve fizyolojik olan sekonder dentinin ise artığı gözlemlenmiştir.

Transparant dentin oluşumu kökün apikal üçlüsünden başlayarak koronal dentine doğru yayılım gösterir (188). Normal dentin ve transparant dentinin yapısal ve mekanik özelliklerinin, X-ray bilgisayarlı mikrotomografi ölçüm yöntemi ile incelendiği bir çalışmada, transparant dentinin mineral konsantrasyonunun anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmiştir. En yüksek kristal konsantrasyon tübül lümenine yakın bölgelerde gözlenir. Mineralizasyondaki bu değişimler ve mineral tuzlarının çökmesi dentinin yoğunluğunda artışa (189) ve mine dentin birleşiminin altında kalan manto dentinin sertlik ve elastik modülüs değerlerinin artmasına neden olur (187). Diğer taraftan Özdemir ve diğ. genç ve yaşlı dentin örneklerinde XRD (X Işını Kırınımı) metodu ile hidroksiapatit yoğunluğuna baktıkları çalışmalarında genç ve yaşlı dentinin hidroksi apatit yoğunluğu arasında anlamlı bir fark gözlememişlerdir (64).

Dentin tübüllerinde apatit kristallerinin depozisyonu yaşlı bireylerde tübül çaplarının azalmasına ve tübüllerin obturasyonu sonucu tübül sayısında azalmaya neden olduğu ve kökün apikal üçlüsünden başlayan tübüler skleroz gözlemlendiği

gösterilmiştir (186,189-191). Bunun yanısıra yaşlı bireylerde pulpaya yakın bölgelerde atübüler dentin oluşumu gözlenir. Atübüler dentin, diş aşınmalarına karşı savunma mekanizması olarak oluşur ve pulpayı zararlı iritanlardan korumak için önemli bir faktördür. Bütün bu etkenlerin irrigasyon solüsyonlarının yetersiz penetrasyonuna ve dentin geçirgenliğinde azalmaya yol açtığı, bunun da, dolgu maddesinin dentine olan bağlanma dayanımını olumsuz yönde etkileyen önemli bir faktör olduğu rapor edilmiştir.(192,193). Bizim çalışmamızda genç ve yaşlı kron ve kök dentin dokusunda irrigasyona bağlı bağlanma dayanımındaki değişikliklerin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde, yaşlı gruptaki hem kron hem kök dentin örneklerinde, bağlanma dayanımı değerlerinin solüsyona bağlı olmaksızın anlamlı olarak düşük olduğu gözlenmiştir.

Çalışmamızda kullanılan surfaktanlı ve klasik EDTA solüsyonlarının > 60 yaş grubundaki kron dentin örneklerinde bağlanma dayanımına istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmazken, kök dentininde bağlanma dayanımını artırdığı gözlenmiştir. Özdemir ve diğ. (64) yaptığı çalışmada 60 yaş üstü bireylerden elde edilen kök dentin örneklerinde EDTA'nın 10 dk süreyle uygulanması dentin tübüllerinin sayı ve çaplarını genişlettiği ve peritübüler dentinde eroziv etki oluşturduğu, aynı grup örneklerde hem tek başına EDTA'nın hem de EDTA+NaOCl uygulamasının hidroksiapatit yoğunluğunu önemli derecede azalttığı gösterilmiştir. Buna neden olarakta yaşlanmayla dentinde oluşan değişimlerin etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Normal koşullarda peritübüler dentin mineralizasyon oranı en yüksek olan bölgedir. Yaşlanmayla beraber dentinin mineral içeriği, özellikle peritübüler ve sklerotik dentin artmakta ve organik komponentler azalmaktadır. Düşük kollajen miktarı peritübüler dentini asitte intertübüler dentine göre daha hızlı çözünebilir hale getirmektedir (12). Bunun sonucu olarak eroziv etki artmış olabilir. Dentine bağlanma dayanımının yüksek olabilmesi için dentin tübül sayısının fazla ve tübül çaplarının yeterli genişlikte olması istenen bir özelliktir. Bu durum da 60 yaş üstü kök dentin örneklerinde kontrol'e göre EDTA içeren solüsyonların daha yüksek bağlanma dayanımı göstermelerinin nedenlerinden biri olabilir.

Sklerotik dentinin ve normal dentinin kök kanal dolgusunun sızdırmazlıklarının boya penetrasyon yöntemi ile incelendiği bir çalışmada, sklerotik dentindeki boya penetrasyon oranlarının çok daha az olduğu gözlenmiştir (80).

Araştırmacılar sklerozun meziyo distal yönde başladığını, bu durum patın penetrasyonunun konfokal mikroskobu ile incelendiğinde dentin tübüllerinin üzerinde kelebeğe benzer bir şekil oluşumuna neden olduğunu gözlemişlerdir (80, 194).

Kök kanal tedavisi sırasında kullanılan irrigasyon solüsyonları sadece kök dentini ile değil aynı zamanda kron dentini ile de temas etmekte ve kök dentininde meydana gelen yapısal değişimler benzer bir şekilde kron dentininde de oluşabilmektedir. Bu durum kök kanal tedavisi sonrasında uygulanacak olan restorasyonun dentin dokusuna adezyonunu etkileyebilmektedir. Kök kanal tedavisinin başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri yapılan post endodontik restorasyonun koronal sızdırmazlığıdır (169).

Restorasyonlu dişler, stres yoğunlaşma faktörünün artmasına bağlı olarak, dolgu ile diş arasındaki bağlantının bozulması sonucu kırılmaya karşı daha eğilimlidir. Amalgam restorasyonlarla ilgili karşılaşılan en önemli sorun diş yapılarını desteklemediği için dişlerde görülen kırık ve çatlaklardır. Son zamanlarda daha iyi dentin bonding sistemlerin ve polimerizasyon büzülmesi düşük, mekanik dayanımları yüksek kompozit rezinlerin geliştirilmesi, kanal tedavili dişleri başarılı bir şekilde restore etme şansı vermiştir. Dentin tübülleri ile adeziv materyaller arasındaki arayüz bölgesinde mekanik bir kilitleme meydana geldiği için kompozitin dentine bağlanmasında kırık mekanizması etki göstermez. Bu restorasyonlar dişe adeziv bağlandıkları için, retansiyon için ilave preparasyon gerektirmediklerinden dişin daha da zayıflamasını önlerler ve sadece kaybolan diş yapısını yerine koyarak kalan diş yapısını güçlendirirler. Streslerin bağlanma ara yüzeyi boyunca dağılmasını sağlayarak restorasyonun kırılmasını önlerler (195).

Self-etching primer sistemler total-etch sistemlere göre daha zayıf bir asit primer'le kombine edilerek kullanılır. Dolayısıyla ayrı asitleme olmadığı için, dentin yüzeyinin yıkanıp kurutulması olmayacak, kollajen fibrillerin çökmesi önlenmiş olacaktır. Nemli veya kuru bağlanma gibi teknik hassasiyet gerektirmediği için bağlanma dayanımı değerleri daha yüksek bulunmuştur. Self-etch sistemlerde smear tabakası kısmen çözülerek, rezinin alttaki dentin yüzeyi içine kollajen fibriller arasına ve tübüller içine girmesi sağlanır (196). Total etch sistemlerde ise

asitlemeden sonra dentinde düşük enerji yüzeyi oluşur ve bağlanma zorlaşır (197). Bunun üzerine çalışmamızda Universal single bondu self-etch yöntemi ile uygulandı.

Kompozit rezinlerin içeriğindeki doldurucu oranları, miktarı ve doldurucu içerikleri değiştirilerek, farklı kompozit rezin grupları meydana gelmiştir. Geleneksel hibrit kompozitler farklı büyüklükteki doldurucu partiküllerin karışımını içeren kompozit rezinlerdir. Bunların partikül büyüklüğü makro partiküllü rezinden daha küçük, partikül miktarı ise mikro partiküllü rezinden daha fazladır. Her iki kompozit rezinin özelliklerini taşıdıkları için fiziksel ve mekaniksel özellikleri ile makro-partiküllü ve minifil kompozitlere, yüzey düzgünlüğü ile de mikro-partiküllü kompozitlere benzer özellik gösterirler (21).

Şu anda hibrit kompozitlerde ortalama doldurucu boyutları 0,1-1 mikron arasındadır ve doldurucu partikül yüzdesi %75-80'e ulaşmıştır. Submikron büyüklüğündeki doldurucu partiküller, büyük partiküller arasına gelişigüzel serpiştirildiği için yüzey düzgünlüğü sağlarken, doldurucu partikül yüzdesinin artmış olması aşınmaya karşı direncin artmasını sağlar, böylelikle hem anteriorda hemde posteriora tercih edilmektedir (198). Bu çalışmada hibrit kompozitler sınıfında yer alan Filtek Z250'yi kullanıldı.

Bu çalışmada kron dentinin bağlanma dayanımları kontrol örneklerinde her iki yaş grubunda benzer sonuçlar göstermiş olup kök dentinine kıyasla çok yüksek değerlere sahiptir. Kron ve kök dentini örnekleri için farklı test yönteminin kullanılması bunun başlıca nedenlerinden biri olabilir. Ayrıca kron dentininde tübül sayısının daha fazla olması ( $\text{mm}^2$ 'de 45.000) ve bağlanmayı artırıcı bonding materyalinin uygulanması da bağlanma dayanımını artırmış olabilir (9, 199).

Diğer taraftan Sürfaktanlı EDTA kullanılan 30 yaş altı örneklerde kron dentini bağlanma dayanımının hem aynı yaş grubundaki kontrol örneklerine hemde 60 yaş üstü EDTA-T ve REDTA örneklerine kıyasla arttığı gözlenmektedir. Buradan yola çıkarak surfaktanlı EDTA solüsyonlarının genç dentin örneklerinin ıslanabilirlik seviyesini artırmış olabileceğini, dentin tübüllerine daha iyi penetre olarak solüsyonun etkinliğini daha iyi gösterebileceğini söyleyebiliriz.

Florescu ve diğ. yaptıkları çalışmada (200), kompozit rezinlerin sklerotik ve normal dentine olan adezyonunu tarama elektron mikroskobu ile incelemişlerdir.

Hibrid tabakanın kalınlık ölçümü yapıldığında sklerotik dentindeki değerler, normal dentine göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum klinik olarak sklerotik dentine olan bağlantının azalmasına ve uygulanan restorasyonların ağız ortamında dayanma sürelerinin azalmasına sebep olur. Literatürde yapılan çalışmalara baktığımızda benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından elde edilmiştir, çürüksüz sklerotik dentinin bağlanma dayanımı değerleri normal dentine göre daha düşük bulunmuştur (201-203). Bizim çalışmamızda ise surfaktanlı EDTA grubundan farklı olarak kontrol grubu ve EDTA uygulanan genç ve yaşlı gruplar arasında belirgin bir farklılık gözlenmemiştir. Gerek farklı metodolojilerin kullanılması, gerekse örnek hazırlama ve kullanılan restorasyon maddeleri, bağlanma dayanımı sonuçları arasında farklılıklara yol açabilmektedir.

Bu çalışmada bağlanma dayanımı ölçümleri *in vitro* koşullarda, çekilmiş insan dişleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dentin canlı bir biyolojik dokudur. Dentinin *in vitro* koşullarda aynı özelliklerinin korunması mümkün olamamaktadır. Bundan dolayı bağlanma gücü çalışmalarında en ideal olan, deneyin dişlerin çekiminden çok kısa bir süre sonra yapılmasıdır. Uluslararası Standardizasyon Organizasyonuna (ISO) göre 6 aydan daha uzun bekletilen dişlerin dentin proteinlerinde dejeneratif değişiklikler meydana geldiği ve bu nedenle bağlanma dayanımı ölçümlerinde 6 aydan daha uzun süre bekletilen dişlerin kullanılmaması gerektiği bildirmiştir (204, 205). Bizim çalışmamızda kullanılan dişler çekim sonrası en fazla 6 aylık süre içerisinde kullanılmıştır.

Kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında ortaya çıkan smear tabakası, apikal ve koronal sızdırmazlıkta önemli bir faktördür (206-208). Bazı araştırmacılar smear tabakasının gevşek bağlantı yapısına sahip olduğunu ve kök kanal duvarı ve kron dentin yüzeylerinden uzaklaştırılması gerektiğini savunmaktadırlar (209, 210).

Smear tabakası varlığında kök dentinin hidrolik iletkenliği %50 oranında azalır (211). Smear tabakasının kaldırılması açılmış dentin tübüllerine kök kanal patlarının penetrasyonuna ve kök kanal patı ile dentin arasındaki temas yüzeyinin artmasına böylece aralarındaki mekanik bağlanmaya izin verir (212).

Smear tabakasının varlığında ve yokluğunda farklı kök kanal patlarının dentin tübüllerine olan penetrasyonunu SEM'de inceleyen bir çalışmada smear tabakasının

AH Plus, Apexit, ve Roth 811 kök kanal patlarının dentin tübüllerine olan penetrasyonunu engellediği saptanmıştır (213).

Eldeniz ve ark. (214) rezin içerikli kök kanal patlarının (Diaket, AH Plus, EndoREZ) smear tabakasının varlığında ve yokluğundaki makaslama bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. Kök kanal patlarının dentine olan bağlanma dayanımı kök kanallarının sızdırmazlığının sağlanması açısından önemli bir özelliktir. AH Plus, smear tabakası varlığı ve yokluğunda kök dentinine en yüksek bağlanma dayanımını göstermiştir. Epoksi rezin içerikli bir kök kanal patı olan AH Plus'ın kök dentini ve kanal patı arasında mekanik kilitlenmeyi arttıran uzun sertleşme zamanı ve kendi akışkan özelliğinden dolayı mikro düzensizlikler içerisine penetrasyonu daha iyidir. Diğer taraftan smear tabakasının uzaklaştırılması ile elde edilen tübül penetrasyonu ile sağlanan mikromekanik retansiyonun rezin içerikli kök kanal patının dentinden ayrılma ve/veya kopmaya karşı direnci arttıracığından adezyonun daha yüksek olmasını destekleyebilir (215). Neelakantan ve ark. yaptığı çalışmaya göre, dekalsifiye edici bir ajan olarak EDTA'nın uygulanması epoksi resin içerikli bir pat olan AH plus'un bağlanma dayanımını pozitif yönde etkilemiştir. Araştırmacı bu artışın sebebinin epoksi halkaları ile EDTA uygulaması sonrası açığa çıkan kollajen yapı içerisinde bulunan amino grupları arasındaki bağlantıdan kaynaklandığını düşünmektedir (155). Vilanova ve diğ. (156) yaptığı çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir, resin içerikli patların bağlanma dayanımını incelenmiş, en yüksek değerler %1 NaOCl / %17 EDTA uygulanan grupta bulunmuştur. Bu yüzden çalışmamızda güvenilirliği kanıtlanmış kök kanal dolgu materyali olan epoksi rezin içerikli AH Plus patı tercih edilmiştir. Literatürle uyumlu olarak EDTA uygulaması smear tabakasını uzaklaştırarak rezin içerikli AH plus patının bağlanma dayanımı değerini hem genç hem de yaşlı kök dentin örneklerinde artırmıştır.

Literatürde camiyonomer esaslı ve bazı rezin içerikli kanal dolgu patlarının kimyasal bağlanmayla da dentin adezyonunu desteklediğine dair bir görüş olsa da mekanik kuvvetlerin etkisiyle oluşan bağlanma dentin adezyonunda temel mekanizmayı oluşturmaktadır. Sungur ve arkadaşlarının (216) yaptığı bir çalışmada metakrilat rezin içerikli bir pat olan, ve literatürde kimyasal bağlanmayı desteklediği

ifade edilen EndoRez kanal dolgu patının, epoksi rezin içerikli bir pat olan AHplus'a göre bağlanma dayanımının daha düşük olduğunu göstermişlerdir.

Bir şelasyon ajanı olan EDTA'nın kök kanal duvarlarına uygulanması, kök kanal patlarının dentine daha yüksek adezyon değerleri ile bağlanması ile sonuçlanır. EDTA dişin mineral matriksini etkiler ve biyomekanik preparasyon sırasında oluşan smear tabakasının kaldırılmasına yardımcı olur ve kök kanal patlarının dentin tübüllerine olan penetrasyonunu artırır (142). Protogerou ve diğ. araştırmalarında, irrigasyon solüsyonu olarak tek başına EDTA kullanımının, sadece inorganik dokuyu kaldırdığını ve kanalcıkların içerisinde kalan organik tabakayı ortamdan uzaklaştırmadığını bildirmişlerdir (217).

Baumgartner ve diğ. (218) dört farklı irrigasyon solüsyonunun smear tabakası üzerine etkilerini SEM altında incelemişlerdir. Tek başına salin veya NaOCl kullanımının smear tabakasını kaldırmada yetersiz olduğunu, EDTA kullanımının oldukça etkili olduğunu, EDTA ve NaOCl'nin birlikte kullanımında ise smear tabakasının ve tüm organik artıkların tamamıyla kaldırıldığını rapor etmişlerdir.

Moon ve ark. (219) eğri kanallarda apikal kesitlerde % 17'lik EDTA takibinde % 3.5'lik NaOCl kullanıldığında AH Plus kök kanal patının maksimum penetrasyon derinliğine ulaştığını, koronal kesitlerde ise EDTA'nın tek başına veya NaOCl ile kombine kullanılmasının, istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığını rapor etmişlerdir.

Bazı araştırmacılar ise EDTA kullanılmasının bizim çalışmamızın sonuçlarından farklı olarak AH Plus kök kanal patının adezyonunu önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir (163, 220). Bulgulardaki bu farklılığın EDTA'nın uygulama süresindeki ve deneysel çalışma koşullarındaki farklılıklardan kaynaklandığını düşünmekteyiz; Literatürde EDTA uygulama süresi 1-20 dakika arasında değişmektedir. Baumgartner (218) ve Yamada (106), daha sonraki yıllarda da Çalt ve Serper (221) EDTA solüsyonunu 10 dakika süre ile uygulamanın smear tabakasını tamamen uzaklaştırırken dentin peritübüllerinde ciddi erozyona neden olduğunu göstermişlerdir. Özdemir ve diğ. yaptığı çalışmada EDTA ve NaOCl'in dentin talaşları üzerine ardışık olarak 10 dk uygulanmasının HAp yoğunluğunu yaşlı dentinde % 33,8 oranında azaltırken, genç dentinde %10 oranında azaltmıştır (64).

Son yıllarda dentin erozyonundan kaçınmak için EDTA'nın daha kısa sürede uygulanması önem kazanmıştır (221). Bizim çalışmamızda EDTA solüsyonları 1 dakika süresince uygulanmıştır.

Literatürde sadece NaOCl'in kron ve kök dentinin bağlanma dayanımına etkisinin incelendiği çalışmalar da mevcuttur. Ari ve ark yaptığı çalışmada 5 dakika süre ile kron dentinine NaOCl ile irrigasyonun gerçekleştiği grupta resin bazlı dual kür bir siman olan C&B Metabond'un kron dentinin mikrotensile bağlanma dayanımı değerlerinde azalma olduğunu gözlemişlerdir (161). Bunun sebebini NaOCl bileşenlerine ayrıldığı zaman ortama çıkan sodyum kloride ve oksijen gazındaki, oksijenin resin bazlı simanların adezyonunda inhibitör etki göstermesi olarak açıklamışlardır. Ayrıca resin dentin ara yüzünde oluşan oksijen baloncukları resinin intertübüler dentine penetre olmasını engelleyerek, bağlantı dayanımı değerlerinin azalmasına neden olabileceği ifade edilmiştir (148, 222).

Neelakantan ve ark. yaptığı çalışmaya göre ise kök dentininde preparasyon sonrası NaOCl uygulanması organik komponent olan kollojeni uzaklaştırdığı için epoksi halkası ve kollajendeki amin grubu arasında oluşan bağlantıyı olumsuz yönde etkileyerek, epoksi resin içerikli bir pat olan AH plus'un push-out bağlanma dayanımını değerlerinin azalmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir (155). Bizim çalışmamızda tek başına NaOCl in uygulandığı grup bulunmadığından, tek başına NaOCl'in etkinliğini değerlendirmek mümkün olmamaktadır.

Irrigasyon işlemleri beraberinde farklı metodolojik uygulamaları da getirebilmektedir. Bu da dentin dokusunun kimyasal ve yapısal kompozisyonunda değişiklikler meydana getirebilir, böylece geçirgenlik ve çözünürlük özellikleri değişebilir ve kök kanal dolgu maddelerinin dentine olan adezyonu değişebilir. (223). Chow (89) yapmış olduğu bir çalışmada 23 ve 25 gauge şırıngalarının farklı derinliklerdeki etkilerini araştırmıştır ve dar çapta açıklığa sahip olan iğnelerin geniş çapta açıklığa sahip olan iğnelere göre apikal bölgede daha etkin bir yıkama sağladığı ayrıca iğnenin yerleştirilme derinliğinin de bu durumu etkilediğini bildirmiştir. Biz de çalışmamızda irrigasyon için 31 gauge çapında yandan perforeli iğne uçlarından yararlandık.

Smear tabakasının EDTA kullanılarak uzaklaştırılmasının, NaOCl gibi lokal olarak kullanılan dezenfeksiyon ajanlarının dentinin daha derin tabakalarına kadar ulaşmasını sağladığı böylelikle antibakteriyel etkilerinin arttığı, Ruddle ve diğ. yaptığı çalışmalar doğrultusunda ortaya konulmuştur (224). EDTA smear tabakasını uzaklaştırırken final irrigasyon solüsyonu olarak NaOCl kullanılması dentin yüzeyindeki kollajen dokuyu uzaklaştırmakta ve remineralize bir dentin yüzeyi sağlamaktadır. Kök kanal dolgu patlarının mineralize yüzeylerde daha iyi adaptasyon özelliği gösterdiği yapılan çalışmalarda bildirilmektedir. Hidroksiapatit kristallerinde bulunan  $Ca^{++}$  dentinin ana inorganik elementidir.  $Ca^{++}$  değerindeki değişim Ca/P ve organik/inorganik komponentlerinin oranında değişime, dolayısıyla da dentin sertliğini, geçirgenliğini ve çözünme karakterini değiştirerek dental materyallerin adezyonunu olumsuz yönde etkileyebilir. Aslında dentin adezyonu bonding alanındaki demineralizasyon sonrası dentin yüzeyinde kalan  $Ca^{++}$  'un varlığına bağlıdır (223,225). Bu nedenle bu çalışmada klinik işleme uygun olabilmesi için 3 ml %17'lik EDTA solüsyonları sonrası 3 ml %2,5'lik NaOCl kullandık.

Diğer taraftan kron dentin adezyonunda durum biraz daha farklıdır. Kompozit dolgularda dentin adezyonu sırasında rezin taglarının oluşumunun sağlanabilmesi için dentin yüzeyinde sağlıklı kollajen dokusunun olması önemlidir. Literatürde NaOCl uygulamasının muhtemelen yüzeydeki kollajen yapıyı uzaklaştırdığı için kron dentininde bağlanma dayanımını azalttığını gösteren çalışmalar mevcuttur (161,169). Bizim çalışmamızda dişlere irrigasyon solüsyonlarının uygulamaları tamamlandıktan sonra son yıkama solüsyonu olarak serum fizyolojik kullanıldı. Buradaki amacımız daha önceki çalışmalarda rapor edilen yıkama solüsyonlarına bağlı oluşan çökelmiş kristal yapılarına engel olmak ve solüsyonların çözücü etkilerini sonlandırmaktır (108,226). Bu da EDTA solüsyonlarından sonra kullanılan NaOCl'nin dentin yüzeyindeki kollajen üzerine oluşturabileceği etkileri hafifletmiş olabilir.

Orstavik ve diğ. (227) ve Gettleman ve diğ. (228) kanal dolgusu sırasında guta perka basıncının kanal dolgu patının dentin tübül penetrasyonunu artırabileceğini bildirmişlerdir. Kök kanal patları bağlanma kabiliyetini arttırmasına rağmen ideal bir dolum en az miktarda kök kanal patının olduğu ve en yüksek

hacimde kor materyalinin olduğu durumu hedefler. Kimyasal ve boyutsal olarak sabit olan guta perkanın aksine kök kanal patıyla doldurulmuş alanlar daha hassastır ve zaman içerisinde çözünebilir (229,230). Kök kanallarının sadece kök kanal dolgu patı ile doldurulmasının klinik koşulları yansıtmadığı göz önünde bulundurularak çalışmamızda tek kon tekniği (F4 protaper gutta-perkası) ve lateral kompaksiyon tekniğinin kombine olarak kullanıldığı hibrid teknik kullanılmıştır. Kök kanalları F4 protaper eğesi ile genişletildikten sonra F4 tek kon gutta-perkası ile doldurulmuş, ardından boşluk kalmaması için lateral kompaksiyon yöntemi ile doldurma tamamlanmıştır.. Lateral kompaksiyon yöntemi basit tedavi araçları gerektirir ve geleneksel durumlarda kullanılan diğer yöntemler kadar iyi bir dolun ve bağlanma sağlar (231,232). Diğer avantajları ise kök kanal tedavisinin yenileme işleminin kolay olması, kanal duvarlarına adapte olabilmesi, pozitif yönlü stabilite sağlaması ve post boşluğu hazırlığının kolay olmasıdır (233).

Çalışmamızda elde edilen kanalları patlarla doldurulmuş dentin diskleri 37 °C de %100 nemli ortamda iki hafta bekletilmiştir. Literatürde bekleme süresini 48 saat ile bir hafta arasında uygulayan çalışmalar mevcuttur (169,242,243). De Gee ve diğ. (234) ise sertleşmesi tamamlanmamış kanal dolgu patınının zayıf olacağını, kendi içerisinde kırılmalara uğrayabileceğini ve adezyon testi sonuçlarının yanlış elde edilebileceğini bildirmiştir. Rezin içerikli kök kanal dolgu patlarının sertleşme reaksiyonu yavaş olduğundan yeterli süre beklenilmesi gerekmektedir. Bu yüzden bu çalışmada iki hafta bekletildi daha sonra bağlanma dayanımı testleri uygulandı.

ADA 1983 yılında kök kanal patlarının fiziksel özelliklerinin çalışılması için bir dizi test ve düzenleme geliştirmiştir. Araştırmacılar arasında bir ortak görüş sağlanamadığından adezyon testleri standardize edilememiştir (235). Orstavik ve diğ. (227) kök kanal patlarının adezyonunu değerlendirmek için Üniwersal test cihazının kullanımını önermiştir. Üniwersal test cihazı daha fazla benzerlik ve daha geniş çoğaltılabilme imkanı verir bu da sonuçların karşılaştırılabilmesi açısından daha doğru sonuçları MPa cinsinden vermesi ile gerçekleştirilir (235). Kök kanal patlarının adezyonunu değerlendirilmesi için birçok yöntem vardır (147). Germe testi oldukça hassas olup, kuvvet uygulanması sırasında örneklerdeki ve stres dağılımındaki küçük değişiklikler sonuçlar üzerinde önemli etkilere sahiptir (236). Makaslama testindeki ana problem ise kuvvet yüklü uç ile bağlanma yüzeyini yakın

bir şekilde hizalamadaki zorluktur. Bu işlem uygun yapılmadığı takdirde örnek üzerinde beklenmedik tork yüklemeleri ile sonuçlanabilir.

Push-out testi, sabit hızda ilerleyen bir itici uçun kök kanal materyalini dışarı iterek kopmasına neden olan kuvvet değerinin belirlenmesi prensibine dayanan, bir bağlantı dayanımı ölçüm yöntemidir. Push-out testinin dezavantajları, kalın kök kesitleri üzerinde uygulandığı zaman düzenli olmayan stres dağılımına neden olması, uygulanan kuvvet ve hazırlanan örnek dikey düzlemde aynı hizaya getirilmemesinden dolayı hatalı sonuçların elde edilmesi olarak sayılabilir (152, 153, 237). Stres dağılımı probleminin üstesinden gelebilmek için orjinal push-out testi kökten 1 mm kalınlığında kesitler alınarak modifiye edilmiştir (238). Skidmore ve diğ. yaptığı çalışmaya göre bu test için 1mm kalınlığındaki örnekler bağlanma dayanımı için daha güvenilir bulunmuştur (239). Kuvvet uygulama yönüne bağlı hatalı sonuç elde edilmesini önlemek için kanal çapına uygun uçlar kullanılmalı, uygulanacak kuvvet ile örnek hizalanmalı ve kanal konikliği göz önünde bulundurulmalıdır (240). Push-out testinin avantajı ise, bu modifikasyon sayesinde teknik kök kanalı içinde bölgesel farkların da test edilebilmesine olanak vermesidir (241). Bu yöntemin diğer bir avantajı bağlanma dayanımı düşük bile olsa kanal patlarının değerlendirilebilmelerine olanak tanınmasıdır (242). Bu metodun germe ve makaslama testlerine göre üstünlüğü ise, örnekler arasındaki küçük değişikliklere ve yük uygulanması sırasındaki stres dağılımındaki varyasyonlara daha az hassas olmasıdır ve örneklerin test için hizalamasının kolay olmasıdır (242). Bu çalışmada kök kanal patının kök dentinine adezyonunu değerlendirebilmek için, Isomet cihazı kullanarak 1 mm kalınlığında dentin diskleri elde ettikten sonra bağlanma dayanımını test etmek için push-out yöntemini kullanıldı.

Bağlanma dayanımı; diş-restorasyon ara yüzeyi yakınında veya içinde, muhtemel bir hatayla bağlantının bozulması için gerekli birim yüzey alanına düşen kuvvettir. Bağlanma dayanımı testleri aynı zamanda “debonding testleri” olarak da isimlendirilmektedir (243). Araştırmacılar şimdiye kadar en çok makaslama ve çekme kuvveti bağlanma dayanımı testlerini kullanmışlardır. Klasik makaslama ve çekme kuvveti bağlanma dayanımı testleri geniş diş yüzey alanlarında (7-12 mm<sup>2</sup>) yapılmaktadır. Yüzeyin geniş olması nedeniyle bağlanma alanında homojen olmayan stres birikimi gerçekleşmektedir. Stres dağılımının homojen olmaması restorasyon

yüzeyinde lokal stres alanları oluşturmaktadır. Bu yüzden örneklerdeki kırılmalar sıklıkla koheziv şekilde (dentin veya kompozit materyal içerisinde) görülmektedir. Bu problemi gidermek amacıyla stres dağılımının daha homojen ve stres birikiminin daha az olduğu mikrogerilme test metodu geliştirilmiştir (157, 165, 204, 244). Araştırmacılar bu yöntemin kullanılmasıyla materyalin dişe yapışma yüzeyindeki bağlanma dayanımının daha doğru belirlenebildiğini (adeziv başarısızlıkların koheziv başarısızlıklardan daha çok görüldüğünü), yüksek değerlerdeki bağlanma dayanımlarının ölçülebildiğini, bağlanma dayanımının bölgesel ölçümünün mümkün olduğunu, tek bir diştten birden fazla örnek elde edilebildiğini ve irregüler yüzeylerin test edilmesinin sağlanabildiğini bildirmektedir (165,204,244). Çalışmamızda bu avantajları sebebiyle mikrotensil test tekniği kullanılmıştır. Mikrotensil test tekniği için 1999 yılında Shono ve arkadaşları (245), tarafından “non-trimming” metodu geliştirilmiştir. Non-trimming metodu ile yaklaşık 1 mm<sup>2</sup> kesit alanına sahip çubuk şekilli örnekler hazırlanmaktadır. Daha önce geliştirilen “trimming” metodunda ise bağlanma yüzey alanları 1 mm<sup>2</sup> civarında olan halter veya kum saati şeklinde örnekler hazırlanmaktadır. Ancak non-trimming metodu; örnek hazırlama işleminin daha kolay olması, örnek şekillendirme sırasında örneğin zarar görmesi sonucu oluşan test öncesi kırılmaların bu metotta görülmemesi, daha fazla sayıda örnek elde edilebilmesi ve örnek standardizasyonunun kolaylaşması gibi bazı avantajlar sağlamaktadır (165, 246). Bizim çalışmamızda da tüm bu avantajlarından dolayı non-trimming metodu ile 1 mm<sup>2</sup> kesit alanlı çubuk şeklinde örnekler hazırlanmıştır.

Yapılan çalışmalar EDTA ve NaOCl uygulanan grupta kontrol grubuyla karşılaştırıldığında self-etch adheziv sistemlerin kron dentinindeki bağlanma dayanımı değerlerini artırdığı gözlenmiştir (9, 199, 247). Bizim çalışmamızda kron adezyonunu değerlendirebilmek için mikrotensile testi ile ölçüm yapıldığında genç dentin örneklerinde surfaktan ekelenen EDTA ile NaOCl'nin uygulanması bağlanma dayanımı sonuçlarını artırmıştır. Yaşlı dentin örneklerinde bağlanma dayanımı açısından bir fark bulunamamıştır. Santos ve ark. yaptığı çalışmada bizim çalışmamızdan farklı olarak EDTA ve NaOCl uygulaması sonrası kompozit rezinlerin bağlanma dayanımı değerlerinin azaldığını gözlemlemişlerdir (169). Bunun sebebinin solüsyonların uygulama metod ve sürelerinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, kök kanal tedavisi sırasında surfaktanlı EDTA solüsyonlarının kullanımı kök dentininde hem 30 yaş altı örneklerin hemde 60 yaş üstü örneklerin bağlanma dayanımını artırmış, kron dentininde ise aynı özellik sadece genç dişlere ait örneklerde gözlenmiştir. Buradan yola çıkarak, EDTA solüsyonlarına surfaktan ilavesinin bu solüsyonların etkinliğini artırdığını ve endodontik tedavilerde kök kanal tedavisinin başarısını etkileyecek bir faktör olarak irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmasının faydalı olacağını düşünmekteyiz.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Sürfaktan eklene solüsyonlarda yüzey gerilimi değerlerinde düşme gözlenmiştir, bu da solüsyonların dentine daha iyi penetre olmasını sağlamıştır.
2. Genç ve yaşlı gruptaki dentin örneklerinde bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırıldığında, yaşa bağlı olarak bağlanma dayanımı değerlerinin azaldığı gözlenmiştir.
3. Smear tabakasının EDTA solüsyonları ile uzaklaştırılması bağlanma dayanımı değerlerini arttırmıştır.
4. Yapılan ölçümler sonucunda en düşük yüzey gerilimi EDTA-T solüsyonunda ölçülmüştür, buna bağlı olarak en yüksek kök ve kron bağlanma dayanımı < 30 yaş grubundaki EDTA-T uygulanan örneklerde gözlenmiştir. > 60 yaş grubundaki kron dentin örneklerine uygulanan surfaktanlı EDTA-T solüsyonlarının bağlanma dayanımına etkisi olmazken, aynı yaş grubundaki kök dentini örneklerinde bağlanma dayanımı artmıştır.
5. Her ne kadar genç dentin dokusunda bağlanmanın daha iyi olduğunu gözlemlersek mde, EDTA solüsyonlarına surfaktan ilave edilmesi dentininin bağlanma dayanımını artırarak dentinin adeziv özelliğini etkileyebilir. Bu nedenle klinik uygulamalarda surfaktanlı EDTA solüsyonlarının kullanımı kök kanal tedavisinin başarısını destekleyebilir.

## 7. KAYNAKLAR

- 1 Alaçam, T. (2000). Endodonti. Ankara: Barış Yayınları.
- 2 Hulsmann, M., Heckendorff, M.,Lennon, A. (2003) Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*, 36 (12), 810-830.
- 3 Cohen, S.,Burns, R.C. (1998). Pathways of the pulp (c. 4). St. Louis: Mosby.
- 4 Hulsmann, M.,Hahn, W. (2000) Complications during root canal irrigation-- literature review and case reports. *Int Endod J*, 33 (3), 186-193.
- 5 Perdigão, J.v.S., Jr, E.J. (2002). Sturdevant's Art&Science of Operative Dentistry. St. Louis: Mosby.
- 6 Monsenego, P.,Proust, J. (1989) Complete denture retention. Part I: Physical analysis of the mechanism. Hysteresis of the solid-liquid contact angle. *The Journal of prosthetic dentistry*, 62 (2), 189-196.
- 7 Taşman, F., Çehreli, Z.C., Oğan, C.,Etikan, İ. (2000) Surface tension of root canal irrigants. *Journal of endodontics*, 26 (10), 586-587.
- 8 Torabinejad, M., Shabahang, S., Aprecio, R.M.,Kettering, J.D. (2003) The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *Journal of Endodontics*, 29 (6), 400-403.
- 9 Kasraei, S., Azarsina, M.,Khamverdi, Z. (2013) Effect of Ethylene diamine tetra acetic acid and sodium hypochlorite solution conditioning on microtensile bond strength of one-step self-etch adhesives. *J Conserv Dent*, 16 (3), 243-246.
- 10 Morse, D.R., Esposito, J.V., Schoor, R.S., Williams, F.L.,Furst, M.L. (1991) A review of aging of dental components and a retrospective radiographic study of aging of the dental pulp and dentin in normal teeth. *Quintessence Int*, 22 (9), 711-720.
- 11 Bajaj, D., Sundaram, N., Nazari, A.,Arola, D. (2006) Age, dehydration and fatigue crack growth in dentin. *Biomaterials*, 27 (11), 2507-2517.
- 12 Hargreaves, K.,Cohen, S. (2011) Pathways of the pulp 10th edition. *Ch*, 9.
- 13 Linde, A.,Goldberg, M. (1993) Dentinogenesis. *Crit Rev Oral Biol Med*, 4 (5), 679-728.
- 14 Dogan, H.,Qalt, S. (2001) Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *J Endod*, 27 (9), 578-580.
- 15 Pashley, D.H. (1985) Dentin-predentin complex and its permeability: physiologic overview. *J Dent Res*, 64 Spec No, 613-620.
- 16 Butler, W.T.,Ritchie, H. (1995) The nature and functional significance of dentin extracellular matrix proteins. *Int J Dev Biol*, 39 (1), 169-179.
- 17 Kinney, J.H., Marshall, S.J.,Marshall, G.W. (2003) The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. *Crit Rev Oral Biol Med*, 14 (1), 13-29.
- 18 Hargreaves, K.M., Goodis, H.E.,Tay, F.R. (2012). Seltzer and Bender's dental pulp: Quintessence Publishing Carol Stream, IL.
- 19 Ruddle, C., Cohen, S.,Burns, R. (2002) Pathways of the pulp. *St Louis, USA: Mosby*, 231-291.
- 20 Tay, F.R.v.P., D.H. (2004). Dental Materials (17 bs.).
- 21 B., D. (2000). Kompozit rezin restorasyonlar: Ankara, Güneş Kitabevi.
- 22 Nicholson, J.W. (2006). Fundamentals of Operative Dentistry: A contemporary Approach. Illinois: Quintessence Publishing Co, Inc.
- 23 Coffey, C.T., Ingram, M.J.,Bjorndal, A.M. (1970) Analysis of human dentinal fluid. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 30 (6), 835-837.

- 24 Lundgren, T., Nannmark, U.,Linde, A. (1992) Calcium ion activity and pH in the odontoblast-predentin region: ion-selective microelectrode measurements. *Calcified tissue international*, 50 (2), 134-136.
- 25 Ciucchi, B., Bouillaguet, S., Holz, J.,Pashley, D. (1995) Dentinal fluid dynamics in human teeth, in vivo. *Journal of Endodontics*, 21 (4), 191-194.
- 26 Matthews, B.,Vongsavan, N. (1994) Interactions between neural and hydrodynamic mechanisms in dentine and pulp. *Archives of Oral Biology*, 39, S87-S95.
- 27 Ferrari, M., Mannocci, F., Vichi, A., Cagidiaco, M.C.,Mjör, I. (2000) Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *American Journal of Dentistry*, 13 (5), 255-260.
- 28 Mjor, I.A., Smith, M.R., Ferrari, M.,Mannocci, F. (2001) The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J*, 34 (5), 346-353.
- 29 Vassiliadis, L., Liolios, E., Kouvas, V.,Economides, N. (1996) Effect of smear layer on coronal microleakage. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 82 (3), 315-320.
- 30 Van Meerbeek, B., Van Landuyt, K., De Munck, J., Inoue, S., Yoshida, Y., Perdigao, J. ve diğerleri. (2006). *Fundamentals of Operative Dentistry: A contemporary Approach* Illinois: Quintessence Publishing Co, Inc.
- 31 Marshall, S.J., Bayne, S.C., Baier, R., Tomsia, A.P.,Marshall, G.W. (2010) A review of adhesion science. *dental materials*, 26 (2), e11-e16.
- 32 Eick, J., Gwinnett, A., Pashley, D.H.,Robinson, S. (1997) Current concepts on adhesion to dentin. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 8 (3), 306-335.
- 33 Rueggeberg, F. (1991) Substrate for adhesion testing to tooth structure—Review of the literature: A report of the ASC MD156 Task Group on Test methods for the adhesion of restorative materials Accredited standards committee MD156 for dental materials and devices. *Dental Materials*, 7 (1), 2-10.
- 34 B., D. (2000). *Kompozit rezin restorasyonlar*. Ankara, Güneş Kitabevi
- 35 Erickson, R. (1992) Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper Dent* (5), 81-94.
- 36 Swift Jr, E.J., Perdigao, J.,Heymann, H.O. (1995) Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. *Quintessence International*, 26 (2).
- 37 Burrow, M., Tagami, J., Negishi, T., Nikaido, T.,Hosoda, H. (1994) Early tensile bond strengths of several enamel and dentin bonding systems. *Journal of dental research*, 73 (2), 522-528.
- 38 Garberoglio, R.,Brännström, M. (1976) Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archives of Oral Biology*, 21 (6), 355-362.
- 39 Schellenberg, U., Krey, G., Bosshardt, D.,Nair, P.R. (1992) Numerical density of dentinal tubules at the pulpal wall of human permanent premolars and third molars. *Journal of endodontics*, 18 (3), 104-109.
- 40 Mjör, I.,Nordahl, I. (1996) The density and branching of dentinal tubules in human teeth. *Archives of Oral Biology*, 41 (5), 401-412.
- 41 Marshall, G.W., Marshall, S.J., Kinney, J.H.,Balooch, M. (1997) The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of dentistry*, 25 (6), 441-458.
- 42 Gustafson, G. (1950) Age determination on teeth. *J Am Dent Assoc*, 41 (1), 45-54.
- 43 Azaz, B., Michaeli, Y.,Nitzan, D. (1977) Aging of tissues of the roots of nonfunctional human teeth (impacted canines). *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 43 (4), 572-578.
- 44 Kitchin, P.C. (1941) The prevalence of tooth root exposure, and the relation of the extent of such exposure to the degree of abrasion in different age classes. *Journal of Dental Research*, 20 (6), 565-581.

- 45 Murray, P.E., Stanley, H.R., Matthews, J.B., Sloan, A.J.,Smith, A.J. (2002) Age-related odontometric changes of human teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 93 (4), 474-482.
- 46 Kunin, A.A., Evdokimova, A.Y.,Moiseeva, N.S. (2015) Age-related differences of tooth enamel morphochemistry in health and dental caries. *EPMA Journal*, 6 (1), 1.
- 47 Maples, W.R. (1978) An improved technique using dental histology for estimation of adult age. *J Forensic Sci*, 23 (4), 764-770.
- 48 Philippas, G.G.,Applebaum, E. (1966) Age factor in secondary dentin formation. *J Dent Res*, 45 (3), 778-789.
- 49 Berg R, M.N. (1994) Physiologic changes in the elderly. *Dent Clin North Am*, 41, 651-668.
- 50 IA, M. (1986). *Geriatric Dentistry, A textbook of oral gerontology*. Copenhagen, Munksgard.
- 51 Buchaille, R., Couble, M., Magloire, H.,Bleicher, F. (2000) Expression of the small leucine-rich proteoglycan osteoadherin/osteomodulin in human dental pulp and developing rat teeth. *Bone*, 27 (2), 265-270.
- 52 Aslantas, E.E., Buzoglu, H.D., Karapinar, S.P., Cehreli, Z.C., Muftuoglu, S., Atilla, P. ve diğeri. (2016) Age-related Changes in the Alkaline Phosphatase Activity of Healthy and Inflamed Human Dental Pulp. *Journal of endodontics*, 42 (1), 131-134.
- 53 Singh, N., Grover, N., Puri, N., Singh, S.,Arora, S. (2014) Age estimation from physiological changes of teeth: A reliable age marker? *Journal of forensic dental sciences*, 6 (2), 113.
- 54 Ryan, E.J., Toto, P.D.,Gargiulo, A.W. (1974) Aging in human attached gingival epithelium. *J Dent Res*, 53 (1), 74-76.
- 55 Betts NJ, B.H. ( 1995). *The Pathophysiology of Aging*. Philadelphia: Saunders.
- 56 Shay, K. (2002) Infectious complications of dental and periodontal diseases in the elderly population. *Clinical Infectious Diseases*, 34 (9), 1215-1223.
- 57 Nitzan, D.W., Michaeli, Y., Weinreb, M.,Azaz, B. (1986) The effect of aging on tooth morphology: a study on impacted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 61 (1), 54-60.
- 58 Solheim, T. (1992) Amount of secondary dentin as an indicator of age. *European Journal of Oral Sciences*, 100 (4), 193-199.
- 59 Philippas, G.G.,Applebaum, E. (1966) Age factor in secondary dentin formation. *Journal of dental research*, 45 (3), 778-789.
- 60 Arends, J., Stokroos, I., Jongbloed, W.G.,Ruben, J. (1995) The diameter of dentinal tubules in human coronal dentine after demineralization and air drying. A combined light microscopy and SEM study. *Caries Res*, 29 (2), 118-121.
- 61 Burke, F.M.,Samarawickrama, D.Y. (1995) Progressive changes in the pulpo-dentinal complex and their clinical consequences. *Gerodontology*, 12 (12), 57-66.
- 62 Tagami, J., Hosoda, H., Burrow, M.F.,Nakajima, M. (1992) Effect of aging and caries on dentin permeability. *Proc Finn Dent Soc*, 88 Suppl 1, 149-154.
- 63 Fish, E.W. (1932). *An experimental investigation of enamel, dentine and the dental pulp*: John Bale Sons & Danielsson.
- 64 Ozdemir, H.O., Buzoglu, H.D., Calt, S., Cehreli, Z.C., Varol, E.,Temel, A. (2012) Chemical and ultramorphologic effects of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite in young and old root canal dentin. *J Endod*, 38 (2), 204-208.
- 65 McComb, D.,Smith, D.C. (1975) A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *Journal of Endodontics*, 1 (7), 238-242.
- 66 Pashley, D. (1991) Smear layer: overview of structure and function. *Proceedings of the Finnish Dental Society. Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia*, 88, 215-224.
- 67 Boyde, A., Switsur, V.R.,Stewart, A.D.G. (1962) An assessment of two new physical methods applied to the study of dental tissues. *Archives of Oral Biology*, 7, 185-193.

- 68 Yang, S.-E., Bae, K.-S. (2002) Scanning electron microscopy study of the adhesion of *Prevotella nigrescens* to the dentin of prepared root canals. *Journal of Endodontics*, 28 (6), 433-437.
- 69 Cameron, J. (1983) The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. *Journal of Endodontics*, 9 (7), 289-292.
- 70 Swift Jr E., P.J., Heymann H.O. (1995). Bonding to enamel and dentin: A brief

history and state of the art.: Quintessence Int.

- 71 Summitt J.B., R.J.W., Schwartz R.S.: (2001). *Fundamentals of Operative Dentistry* (2nd Edition, bs.): Quintessence Books.
- 72 Roberson T.M., H.H.O., Swift E.J. (2006). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*, ( 5th Edition bs.): Elsevier Health Sciences.
- 73 Şen, B., Wesselink, P., Türkün, M. (1995) The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *International Endodontic Journal*, 28 (3), 141-148.
- 74 Civjan, S., Huget, E.F., DeSimon, L.B. (1975) Potential applications of certain nickel-titanium (nitinol) alloys. *Journal of Dental Research*, 54 (1), 89-96.
- 75 Drake, D.R., Wiemann, A.H., Rivera, E.M., Walton, R.E. (1994) Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *J Endod*, 20 (2), 78-82.
- 76 Ørstavik, D., Haapasalo, M. (1990) Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Dental Traumatology*, 6 (4), 142-149.
- 77 Lynne, R.E., Liewehr, F.R., West, L.A., Patton, W.R., Buxton, T.B., McPherson Iii, J.C. (2003) In Vitro Antimicrobial Activity of Various Medication Preparations on *E. faecalis* in Root Canal Dentin. *Journal of Endodontics*, 29 (3), 187-190.
- 78 Pashley, D., Michelich, V., Kehl, T. (1981) Dentin permeability: effects of smear layer removal. *The Journal of prosthetic dentistry*, 46 (5), 531-537.
- 79 Love, R., Jenkinson, H. (2002) Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. *Critical reviews in oral biology & medicine*, 13 (2), 171-183.
- 80 Paque, F., Luder, H.U., Sener, B., Zehnder, M. (2006) Tubular sclerosis rather than the smear layer impedes dye penetration into the dentine of endodontically instrumented root canals. *Int Endod J*, 39 (1), 18-25.
- 81 Brännström, M. (1983) Smear layer: pathological and treatment considerations. *Operative dentistry. Supplement*, 3, 35-42.
- 82 Pashley, D.H. (1984) Smear layer: physiological considerations. *Oper Dent Suppl*, 3, 13-29.
- 83 Violich, D., Chandler, N. (2010) The smear layer in endodontics—a review. *International Endodontic Journal*, 43 (1), 2-15.
- 84 Cergneux, M., Ciucchi, B., Dietschi, J., Holz, J. (1987) The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. *International Endodontic Journal*, 20 (5), 228-232.
- 85 Haapasalo, M., Orstavik, D. (1987) In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res*, 66 (8), 1375-1379.
- 86 Calt, S., Serper, A. (2002) Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod*, 28 (1), 17-19.
- 87 Abou-Rass, M., Patonai, F.J., Jr. (1982) The effects of decreasing surface tension on the flow of irrigating solutions in narrow root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 53 (5), 524-526.
- 88 K.M. Hargreaves, S.C. (2011). Cohen's pathways of the pulp (10

bs.).

- 89 Chow, T. (1983) Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *Journal of Endodontics*, 9 (11), 475-479.

- 90 Hargreaves, K.M., Berman, L.H. (2015). Cohen's pathways of the pulp expert consult: Elsevier Health Sciences.
- 91 Zehnder, M. (2006) Root canal irrigants. *Journal of endodontics*, 32 (5), 389-398.
- 92 Krithikadatta, J., Indira, R., Dorothykalyani, A.L. (2007) Disinfection of dentinal tubules with 2% chlorhexidine, 2% metronidazole, bioactive glass when compared with calcium hydroxide as intracanal medicaments. *J Endod*, 33 (12), 1473-1476.
- 93 White, R., Hays, G., Janer, L. (1997) Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *Journal of endodontics*, 23 (4), 229-231.
- 94 Basrani, B., Haapasalo, M. (2012) Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic topics*, 27 (1), 74-102.
- 95 Stojicic, S., Shen, Y., Qian, W., Johnson, B., Haapasalo, M. (2012) Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *International endodontic journal*, 45 (4), 363-371.
- 96 Spangberg, L., Engstrom, B., Langeland, K. (1973) Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 36 (6), 856-871.
- 97 Dakin, H.D. (1915) On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. *British medical journal*, 2 (2852), 318.
- 98 Moorer, W., Wesselink, P. (1982) Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *International Endodontic Journal*, 15 (4), 187-196.
- 99 Vianna, M., Horz, H.P., Conrads, G., Zaia, A., Souza-Filho, F., Gomes, B. (2007) Effect of root canal procedures on endotoxins and endodontic pathogens. *Oral microbiology and immunology*, 22 (6), 411-418.
- 100 Martinho, F.C., Gomes, B.P. (2008) Quantification of endotoxins and cultivable bacteria in root canal infection before and after chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite. *Journal of endodontics*, 34 (3), 268-272.
- 101 Mohammadi, Z. (2008) Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *International dental journal*, 58 (6), 329-341.
- 102 Fraiss, S., Ng, Y.L., Gulabivala, K. (2001) Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *International endodontic journal*, 34 (3), 206-215.
- 103 Zehnder, M., Kosicki, D., Luder, H., Sener, B., Waltimo, T. (2002) Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 94 (6), 756-762.
- 104 Spangberg, L.S., Haapasalo, M. (2002) Rationale and efficacy of root canal medicaments and root filling materials with emphasis on treatment outcome. *Endodontic Topics*, 2 (1), 35-58.
- 105 Byström, A., Sunqvist, G. (1985) The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International Endodontic Journal*, 18 (1), 35-40.
- 106 Yamada, R.S., Armas, A., Goldman, M., Lin, P.S. (1983) A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *Journal of Endodontics*, 9 (4), 137-142.
- 107 Prado, M., Gusman, H., Gomes, B.P., Simao, R.A. (2011) Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in smear layer removal when compared with EDTA and citric acid. *J Endod*, 37 (2), 255-258.
- 108 Wayman, B.E., Kopp, W.M., Pinero, G.J., Lazzari, E.P. (1979) Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. *J Endod*, 5 (9), 258-265.
- 109 Torabinejad, M., Walton, R.E., Fouad, A. (2002). *Endodontics: principles and practice* (3 bs.). Philadelphia- Pennsylvania: W.B. Saunders Company.
- 110 TC., S. (2007). İrrigasyon solüsyonları ve selasyon ajanlarının kök dentini üzerine etkilerinin alev emisyon ve mikrosertlik yönünden araştırılması., İsparta.

- 111 Dwyer, F. (2012). Chelating agents and metal chelates: Elsevier.
- 112 Theuns, H.M., van Dijk, J.W., Driessens, F.C., Groeneveld, A. (1985) Effect of time, degree of saturation, pH and acid concentration of buffer solutions on the rate of in-vitro demineralization of human enamel. *Arch Oral Biol*, 30 (1), 37-42.
- 113 Ravnik, C., Sand, H., Mörch, T. (1962) Enamel lesions produced in vitro by solutions of EDTA and EDTA-sodium salts. *Acta Odontologica Scandinavica*, 20 (4), 349-358.
- 114 O'Connell, M.S., Morgan, L.A., Beeler, W.J., Baumgartner, J.C. (2000) A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod*, 26 (12), 739-743.
- 115 Serper, A., Calt, S. (2002) The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *J Endod*, 28 (7), 501-502.
- 116 Nikiforuk, G., Sreebny, L. (1953) Demineralization of hard tissues by organic chelating agents at neutral pH. *J Dent Res*, 32 (6), 859-867.
- 117 Serper, A., Calt, S. (2002) The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *Journal of Endodontics*, 28 (7), 501-502.
- 118 Niu, W., Yoshioka, T., Kobayashi, C., Suda, H. (2002) A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *International Endodontic Journal*, 35 (11), 934-939.
- 119 Perez, F., Rouqueyrol-Pourcel, N. (2005) Effect of a low-concentration EDTA solution on root canal walls: a scanning electron microscopic study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 99 (3), 383-387.
- 120 Serper, A., Calt, S., Dogan, A.L., Guc, D., Ozcelik, B., Kuraner, T. (2001) Comparison of the cytotoxic effects and smear layer removing capacity of oxidative potential water, NaOCl and EDTA. *J Oral Sci*, 43 (4), 233-238.
- 121 Koulaouzidou, E.A., Margelos, J., Beltes, P., Kortsaris, A.H. (1999) Cytotoxic effects of different concentrations of neutral and alkaline EDTA solutions used as root canal irrigants. *J Endod*, 25 (1), 21-23.
- 122 Goldberg, F., Spielberg, C. (1982) The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 53 (1), 74-77.
- 123 Fraser, J. (1974) Chelating agents: their softening effect on root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 37 (5), 803-811.
- 124 Nicholson, R., Stark, M.M., Nguyen, N., Scott, H. (1968) Autoradiographic tracings utilizing Ca 45-labeled ethylenediaminetetraacetic acid. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 26 (4), 563-566.
- 125 O'Connell, M.S., Morgan, L.A., Beeler, W.J., Baumgartner, J.C. (2000) A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *Journal of Endodontics*, 26 (12), 739-743.
- 126 Grawehr, M., Sener, B., Waltimo, T., Zehnder, M. (2003) Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *International Endodontic Journal*, 36 (6), 411-415.
- 127 Mohammadi, Z., Shalavi, S., Jafarzadeh, H. (2013) Ethylenediaminetetraacetic acid in endodontics. *European journal of dentistry*, 7 (5), 135.
- 128 Siqueira, J.F., Jr., Batista, M.M., Fraga, R.C., de Uzeda, M. (1998) Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. *J Endod*, 24 (6), 414-416.
- 129 Patterson, S.S. (1963) In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 16 (1), 83-103.

- 130 Cunningham, W.T.,Balekjian, A.Y. (1980) Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 49 (2), 175-177.
- 131 Al-Omari, W., Mitchell, C.,Cunningham, J. (2001) Surface roughness and wettability of enamel and dentine surfaces prepared with different dental burs. *Journal of oral rehabilitation*, 28 (7), 645-650.
- 132 Çiçek, E.B., Emre. (2013) Yeni Geliştirilen İrrigasyon Solüsyonunun ve Farklı İrrigantların Yüzey Gerilimlerinin Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2013 (3).
- 133 ANIL, N. (1997) Dental materyallerin ıslanabilirliği. *H.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*, 21 (2), 84-91.
- 134 T., A. (2012). Endodonti (c. 1). Ankara: Özyurt Matbaacılık.
- 135 Sipahi, C., Anil, N.,Bayramli, E. (2001) The effect of acquired salivary pellicle on the surface free energy and wettability of different denture base materials. *Journal of dentistry*, 29 (3), 197-204.
- 136 Prado, M., Menezes, M.S., Gomes, B.P., Barbosa, C.A., Athias, L.,Simao, R.A. (2016) Surface modification of gutta-percha cones by non-thermal plasma. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*, 68, 343-349.
- 137 de Assis, D.F., Prado, M.,Simao, R.A. (2011) Evaluation of the interaction between endodontic sealers and dentin treated with different irrigant solutions. *J Endod*, 37 (11), 1550-1552.
- 138 Aktener, B.O.,Bilkay, U. (1993) Smear layer removal with different concentrations of EDTA-ethylenediamine mixtures. *Journal of endodontics*, 19 (5), 228-231.
- 139 Yilmaz, Z., Basbag, B., Buzoglu, H.D.,Gumusderelioglu, M. (2011) Effect of low-surface-tension EDTA solutions on the wettability of root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 111 (1), 109-114.
- 140 Scelza, M.F., Pierro, V., Scelza, P.,Pereira, M. (2004) Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 98 (4), 499-503.
- 141 McComb, D., Smith, D.,Beagrie, G. (1976) The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation—a scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal*, 9 (1), 11-18.
- 142 Hülsmann, M., Heckendorff, M.,Lennon, A. (2003) Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International Endodontic Journal*, 36 (12), 810-830.
- 143 Calt, S.,Serper, A. (2000) Smear layer removal by EGTA. *J Endod*, 26 (8), 459-461.
- 144 Torabinejad, M., Cho, Y., Khademi, A.A., Bakland, L.K.,Shabahang, S. (2003) The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *Journal of Endodontics*, 29 (4), 233-239.
- 145 Kumar, Y., Lohar, J., Bhat, S., Bhati, M., Gandhi, A.,Mehta, A. (2016) Comparative evaluation of demineralization of radicular dentin with 17% ethylenediaminetetraacetic acid, 10% citric acid, and MTAD at different time intervals: An in vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent*, 6 (1), 44-48.
- 146 Orstavik, D., Eriksen, H.M.,Beyer-Olsen, E.M. (1983) Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. *Int Endod J*, 16 (2), 59-63.
- 147 Gogos, C., Economides, N., Stavrianos, C., Kolokouris, I.,Kokorikos, I. (2004) Adhesion of a new methacrylate resin-based sealer to human dentin. *Journal of Endodontics*, 30 (4), 238-240.
- 148 Nikaido, T., Takano, Y., Sasafuchi, Y., Burrow, M.,Tagami, J. (1999) Bond strengths to endodontically-treated teeth. *American Journal of Dentistry*, 12 (4), 177-180.
- 149 Purton, D.,Love, R. (1996) Rigidity and retention of carbon fibre versus stainless steel root canal posts. *International endodontic journal*, 29 (4), 262-265.

- 150 Pest, L.B., Cavalli, G., Bertani, P., Gagliani, M. (2002) Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dental Materials*, 18 (8), 596-602.
- 151 Roydhouse, R.H. (1970) Punch-shear test for dental purposes. *Journal of dental research*, 49 (1), 131-136.
- 152 Patierno, J., Rueggeberg, F., Anderson, R., Weller, R., Pashley, D.H. (1996) Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. *Dental Traumatology*, 12 (5), 227-236.
- 153 Sudsangiam, S., van Noort, R. (1999) Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *Journal of Adhesive Dentistry*, 1 (1).
- 154 Timpawat, S., Harnirattisai, C., Senawongs, P. (2001) Adhesion of a Glass-Ionomer Root Canal Sealer to the Root Canal Wall. *Journal of endodontics*, 27 (3), 168-171.
- 155 Neelakantan, P., Subbarao, C., Subbarao, C.V., De-Deus, G., Zehnder, M. (2011) The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. *Int Endod J*, 44 (6), 491-498.
- 156 Vilanova, W.V., Carvalho-Junior, J.R., Alfredo, E., Sousa-Neto, M.D., Silva-Sousa, Y.T. (2012) Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J*, 45 (1), 42-48.
- 157 Sano, H., Shono, T., Sonoda, H., Takatsu, T., Ciucchi, B., Carvalho, R. ve diğerleri. (1994) Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength—evaluation of a micro-tensile bond test. *Dental Materials*, 10 (4), 236-240.
- 158 Armstrong, S., Geraldini, S., Maia, R., Raposo, L.H.A., Soares, C.J., Yamagawa, J. (2010) Adhesion to tooth structure: a critical review of “micro” bond strength test methods. *Dental Materials*, 26 (2), e50-e62.
- 159 Versluis, A., Tantbirojn, D., Douglas, W. (1997) Why do shear bond tests pull out dentin? *Journal of Dental Research*, 76 (6), 1298-1307.
- 160 Cardoso, P.E., Braga, R.R., Carrilho, M.R. (1998) Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dental Materials*, 14 (6), 394-398.
- 161 Ari, H., Yaşar, E., Belli, S. (2003) Effects of NaOCl on Bond Strengths of Resin Cements to Root Canal Dentin. *Journal of Endodontics*, 29 (4), 248-251.
- 162 Ngoh, E.C., Pashley, D.H., Loushine, R.J., Weller, R.N., Kimbrough, W.F. (2001) Effects of eugenol on resin bond strengths to root canal dentin. *Journal of Endodontics*, 27 (6), 411-414.
- 163 Saleh, I., Ruyter, I., Haapasalo, M., Ørstavik, D. (2002) The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. *International Endodontic Journal*, 35 (10), 859-866.
- 164 Söderholm, K.-J. (1991) Correlation of in vivo and in vitro performance of adhesive restorative materials: a report of the ASC MD156 Task Group on Test Methods for the Adhesion of Restorative Materials. *Dental Materials*, 7 (2), 74-83.
- 165 Pashley, D.H., Carvalho, R.M., Sano, H., Nakajima, M., Yoshiyama, M., Shono, Y. ve diğerleri. (1999) The microtensile bond test: A review. *Journal of Adhesive Dentistry*, 1 (4).
- 166 Dickens, S.H., Milos, M.F. (2002) Relationship of dentin shear bond strengths to different laboratory test designs. *Am J Dent*, 15 (3), 185-192.
- 167 Hiraishi, N., Papacchini, F., Loushine, R., Weller, R., Ferrari, M., Pashley, D.H. ve diğerleri. (2005) Shear bond strength of Resilon to a methacrylate-based root canal sealer. *International endodontic journal*, 38 (10), 753-763.
- 168 Teixeira, C.S., Alfredo, E., Thomé, L.H.d.C., Gariba-Silva, R., Silva-Sousa, Y.T.C., Sousa-Neto, M.D. (2009) Adhesion of an endodontic sealer to dentin and gutta-percha: shear and push-out bond strength measurements and SEM analysis. *Journal of Applied Oral Science*, 17 (2), 129-135.

- 169 Santos, J.N., Carrilho, M.R., De Goes, M.F., Zaia, A.A., Gomes, B.P., Souza-Filho, F.J. ve diğerleri. (2006) Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. *J Endod*, 32 (11), 1088-1090.
- 170 Giardino, L., Ambu, E., Becce, C., Rimondini, L., Morra, M. (2006) Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *Journal of Endodontics*, 32 (11), 1091-1093.
- 171 Pécora, J.D., Guimarães, L.F., Savioli, R.N. (1991) Surface tension of several drugs used in endodontics. *Braz Dent J*, 2 (2), 123-127.
- 172 Cameron, J.A. (1986) The use of sodium hypochlorite activated by ultrasound for the debridement of infected, immature root canals. *Journal of endodontics*, 12 (11), 550-554.
- 173 Abou-Rass, M., Patonai, F.J. (1982) The effects of decreasing surface tension on the flow of irrigating solutions in narrow root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 53 (5), 524-526.
- 174 PÉCORA, J.D., SOUSA-NETO, M.D., GUERISOLI, D.M.Z., MARCHESAN, M.A. (1998) Effect of reduction of the surface tension of different concentrations of sodium hypochlorite solutions on radicular dentine permeability. *Analysis*, 7 (11.15), 1.47.
- 175 Stojicic, S., Zivkovic, S., Qian, W., Zhang, H., Haapasalo, M. (2010) Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *Journal of endodontics*, 36 (9), 1558-1562.
- 176 Fahmy, S.H., El Gendy, A.A., El Ashry, S.H. (2015) Dentin wettability enhancement for three irrigating solutions and their effect on push out bond strength of gutta percha / AH Plus. *J Clin Exp Dent*, 7 (2), e237-242.
- 177 Guneser, M.B., Arslan, D., Dincer, A.N., Er, G. (2016) Effect of sodium hypochlorite irrigation with or without surfactants on the bond strength of an epoxy-based sealer to dentin. *Clin Oral Investig*.
- 178 Liu, Y., Guo, L., Li, Y., Guo, X., Wang, B., Wu, L. (2015) In vitro comparison of antimicrobial effectiveness of QMix and other final irrigants in human root canals. *Sci Rep*, 5, 17823.
- 179 Uzunoglu, E., Turker, S.A., Karahan, S. (2015) The Effect of Increased Temperatures of QMix and EDTA on the Push-out Bond Strength of an Epoxy-resin Based Sealer. *J Clin Diagn Res*, 9 (7), Zc98-zc101.
- 180 De-Deus, G., Reis, C., Fidel, S., Fidel, R.A., Paciornik, S. (2008) Longitudinal and quantitative evaluation of dentin demineralization when subjected to EDTA, EDTAC, and citric acid: a co-site digital optical microscopy study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 105 (3), 391-397.
- 181 Aslantas, E.E., Buzoglu, H.D., Altundasar, E., Serper, A. (2014) Effect of EDTA, sodium hypochlorite, and chlorhexidine gluconate with or without surface modifiers on dentin microhardness. *J Endod*, 40 (6), 876-879.
- 182 Gnanam, S., Rajendran, V. (2010) Anionic, cationic and nonionic surfactants-assisted hydrothermal synthesis of tin oxide nanoparticles and their photoluminescence property. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 5 (2), 623.
- 183 Ma, T., Xia, Z., Liao, L. (2011) Effect of reaction systems and surfactant additives on the morphology evolution of hydroxyapatite nanorods obtained via a hydrothermal route. *Applied Surface Science*, 257 (9), 4384-4388.
- 184 Yılmaz, Z., Basbag, B., Buzoglu, H.D., Gümüşderelioglu, M. (2011) Effect of low-surface-tension EDTA solutions on the wettability of root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 111 (1), 109-114.
- 185 Frithjof, R., Östby, B.N. (1963) Effect of EDTAC and sulfuric acid on root canal dentine. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 16 (2), 199-205.

- 186 Mendis, B., Darling, A. (1979) A scanning electron microscope and microradiographic study of closure of human coronal dentinal tubules related to occlusal attrition and caries. *Archives of oral biology*, 24 (10-11), 725-733.
- 187 Senawongse, P., Otsuki, M., Tagami, J., Mjör, I. (2006) Age-related changes in hardness and modulus of elasticity of dentine. *Archives of Oral Biology*, 51 (6), 457-463.
- 188 Micheletti, C.M. (1997) Dental histology: study of aging processes in root dentine. *Bollettino della Societa italiana di biologia sperimentale*, 74 (3-4), 19-28.
- 189 Kinney, J.H., Nalla, R.K., Pople, J.A., Breunig, T.M., Ritchie, R.O. (2005) Age-related transparent root dentin: mineral concentration, crystallite size, and mechanical properties. *Biomaterials*, 26 (16), 3363-3376.
- 190 Isokawa, S., Kubota, K., Kuwajima, K. (1973) Scanning electron microscope study of dentin exposed by contact facets and cervical abrasion. *Journal of dental research*, 52 (1).
- 191 Senawongse, P., Otsuki, M., Tagami, J., Mjör, I. (2006) Age-related changes in hardness and modulus of elasticity of dentine. *Arch Oral Biol*, 51 (6), 457-463.
- 192 Tagami, J., Hosoda, H., Burrow, M., Nakajima, M. (1991) Effect of aging and caries on dentin permeability. *Proceedings of the Finnish Dental Society. Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia*, 88, 149-154.
- 193 Yoshiyama, M., Sano, H., Ebisu, S., Tagami, J., Ciucchi, B., Carvalho, R. ve diğerleri. (1996) Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. *Journal of dental research*, 75 (6), 1404-1413.
- 194 Vasiliadis, L., Darling, A.I., Levers, B.G. (1983) The amount and distribution of sclerotic human root dentine. *Arch Oral Biol*, 28 (7), 645-649.
- 195 Bayne, S., Taylor, D., Sturdevant, C., Roberson, T., Heymann, H., Sturdevant, J. (1995) The art and science of operative dentistry. *The art and science of operative dentistry*.
- 196 Tay, F.R., Carvalho, R., Sano, H., Pashley, D.H. (2000) Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 2 (2).
- 197 Asmussen, E., Peutzfeldt, A. (1998) Influence of UEDMA BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dent Mater*, 14 (1), 51-56.
- 198 Ilie, N., Hickel, R. (2011) Resin composite restorative materials. *Aust Dent J*, 56 Suppl 1, 59-66.
- 199 Jacques, P., Hebling, J. (2005) Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. *Dent Mater*, 21 (2), 103-109.
- 200 Florescu, A., Efrem, I.C., Haidoiu, C., Hertzog, R., Biclesanu, F.C. (2015) Microscopy comparative evaluation of the SE systems adhesion to normal and sclerotic dentin. *Rom J Morphol Embryol*, 56 (3), 1051-1056.
- 201 Tay, F.R., Pashley, D.H. (2004) Resin bonding to cervical sclerotic dentin: a review. *J Dent*, 32 (3), 173-196.
- 202 Tay, F.R., Kwong, S.M., Itthagarun, A., King, N.M., Yip, H.K., Moulding, K.M. ve diğerleri. (2000) Bonding of a self-etching primer to non-carious cervical sclerotic dentin: interfacial ultrastructure and microtensile bond strength evaluation. *J Adhes Dent*, 2 (1), 9-28.
- 203 Ritter, A.V., Heymann, H.O., Swift, E.J., Jr., Sturdevant, J.R., Wilder, A.D., Jr. (2008) Clinical evaluation of an all-in-one adhesive in non-carious cervical lesions with different degrees of dentin sclerosis. *Oper Dent*, 33 (4), 370-378.
- 204 Schreiner, R.F., Chappell, R.P., Glaros, A.G., Eick, J.D. (1998) Microtensile testing of dentin adhesives. *Dental Materials*, 14 (3), 194-201.
- 205 Altay, N., Akça, T. (2002) Invitro bağlantı kuvveti ölçme testlerinin değerlendirilmesi. *HÜ Diş Hek Fak Derg*, 26, 32-38.

- 206 Goldberg, F., Bernat, M.I., Spielberg, C., Massone, E.J., Piovano, S.A. (1985) Analysis of the effect of ethylenediaminetetraacetic acid on the apical seal of root canal fillings. *Journal of endodontics*, 11 (12), 544-547.
- 207 Evans, J.T., Simon, J.H. (1986) Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *Journal of Endodontics*, 12 (3), 101-107.
- 208 Gençoğlu, N., Samani, S., Günday, M. (1993) Dentinal wall adaptation of thermoplasticized gutta-percha in the absence or presence of smear layer: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 19 (11), 558-562.
- 209 Meryon, S., Brook, A. (1990) Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *International Endodontic Journal*, 23 (4), 196-202.
- 210 Mader, C.L., Baumgartner, J.C., Peters, D.D. (1984) Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *Journal of Endodontics*, 10 (10), 477-483.
- 211 Fogel, H.M., Pashley, D.H. (1990) Dentin permeability: effects of endodontic procedures on root slabs. *J Endod*, 16 (9), 442-445.
- 212 Pécora, J.D., Cussioli, A.L., Guerisoli, D., Marchesan, M.A., Sousa-Neto, M.D., Brugnera Junior, A. (2001) Evaluation of Er: YAG laser and EDTAC on dentin adhesion of six endodontic sealers. *Braz Dent J*, 12 (1), 27-30.
- 213 Kokkas, A.B., Boutsoukis, A.C., Vassiliadis, L.P., Stavrianos, C.K. (2004) The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *Journal of Endodontics*, 30 (2), 100-102.
- 214 Eldeniz, A.U., Erdemir, A., Belli, S. (2005) Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *Journal of Endodontics*, 31 (4), 293-296.
- 215 Tidmarsh, B.G. (1978) Acid-cleansed and resin-sealed root canals. *Journal of Endodontics*, 4 (4), 117-121.
- 216 Deniz Sungur, D., Purali, N., Cosgun, E., Çalt, S. (2016) Push-out bond strength and dentinal tubule penetration of different root canal sealers used with coated core materials. *Restor Dent Endod*, 41 (2), 114-120.
- 217 Protogerou, E., Arvaniti, I., Vlachos, I., Khabbaz, M.G. (2013) Effectiveness of a Canal Brush on Removing Smear Layer: A Scanning Electron Microscopic Study. *Brazilian dental journal*, 24 (6), 580-584.
- 218 Baumgartner, J.C., Mader, C.L. (1987) A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *Journal of Endodontics*, 13 (4), 147-157.
- 219 Moon, Y.-M., Shon, W.-J., Baek, S.-H., Bae, K.-S., Kum, K.-Y., Lee, W. (2010) Effect of final irrigation regimen on sealer penetration in curved root canals. *Journal of endodontics*, 36 (4), 732-736.
- 220 Santos, J.N., de Oliveira Carrilho, M.R., De Goes, M.F., Zaia, A.A., de Almeida Gomes, B.P.F., de Souza-Filho, F.J. ve diğerleri. (2006) Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. *Journal of Endodontics*, 32 (11), 1088-1090.
- 221 Çalt, S., Serper, A. (2002) Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *Journal of Endodontics*, 28 (1), 17-19.
- 222 Rueggeberg, F., Margeson, D. (1990) The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *Journal of Dental Research*, 69 (10), 1652-1658.
- 223 Doğan, H., Çalt, S. (2001) Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *Journal of Endodontics*, 27 (9), 578-580.
- 224 Ruddle, C.J. (2008) ENDODONTIC DISINFECTION. *Endodontic Practice*, 11 (1), 7-15.
- 225 Rotstein, I., Dankner, E., Goldman, A., Heling, I., Stabholz, A., Zalkind, M. (1996) Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod*, 22 (1), 23-25.

- 226 Haznedaroğlu, F., Ersev, H. (2001) Tetracycline HCl solution as a root canal irrigant. *Journal of endodontics*, 27 (12), 738-740.
- 227 Ørstavik, D., Eriksen, H., BEYER-OLSEN, E.M. (1983) Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. *International Endodontic Journal*, 16 (2), 59-63.
- 228 Gettleman, B.H., Messer, H.H., ElDeeb, M.E. (1991) Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *Journal of Endodontics*, 17 (1), 15-20.
- 229 Peters, D.D. (1986) Two-year in vitro solubility evaluation of four gutta-percha sealer obturation techniques. *Journal of Endodontics*, 12 (4), 139-145.
- 230 WU, M.K., Wesselink, P., Boersma, J. (1995) A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. *International Endodontic Journal*, 28 (4), 185-189.
- 231 Amditis, C., Bladder, S.M., Bryant, R.W., Hewitt, G.H. (1992) The adaptation achieved by four root canal filling techniques as assessed by three methods. *Australian dental journal*, 37 (6), 439-444.
- 232 Peng, L., Ye, L., Tan, H., Zhou, X. (2007) Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 33 (2), 106-109.
- 233 Simons, J., Ibanez, B., Friedman, S., Trope, M. (1991) Leakage after lateral condensation with finger spreaders and D-11-T spreaders. *Journal of endodontics*, 17 (3), 101-104.
- 234 Gee, A., WU, M.K., Wesselink, P. (1994) Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. *International Endodontic Journal*, 27 (5), 239-244.
- 235 Picoli, F., Brugnera-Junior, A., Saquy, P., Guerisoli, D., Pecora, J. (2003) Effect of Er: YAG laser and EDTAC on the adhesiveness to dentine of different sealers containing calcium hydroxide. *International endodontic journal*, 36 (7), 472-475.
- 236 Van Noort, R., Cardew, G., Howard, I., Noroozi, S. (1991) The effect of local interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentin. *Journal of Dental Research*, 70 (5), 889-893.
- 237 Haragushiku, G.A., Sousa-Neto, M.D., Silva-Sousa, Y.T., Alfredo, E., Silva, S.C., Silva, R.G. (2010) Adhesion of endodontic sealers to human root dentine submitted to different surface treatments. *Photomedicine and laser surgery*, 28 (3), 405-410.
- 238 Goracci, C., Tavares, A.U., Fabianelli, A., Monticelli, F., Raffaelli, O., Cardoso, P.C. ve diğerleri. (2004) The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *European Journal of Oral Sciences*, 112 (4), 353-361.
- 239 Skidmore, L.J., Berzins, D.W., Bahcall, J.K. (2006) An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of Resilon and gutta-percha. *Journal of endodontics*, 32 (10), 963-966.
- 240 Babb, B.R., Loushine, R.J., Bryan, T.E., Ames, J.M., Causey, M.S., Kim, J. ve diğerleri. (2009) Bonding of self-adhesive (self-etching) root canal sealers to radicular dentin. *J Endod*, 35 (4), 578-582.
- 241 Loxley, E.C., Liewehr, F.R., Buxton, T., McPherson, J. (2003) The effect of various intracanal oxidizing agents on the push-out strength of various perforation repair materials. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 95 (4), 490-494.
- 242 Ungor, M., Onay, E., Orucoglu, H. (2006) Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. *International Endodontic Journal*, 39 (8), 643-647.

- 243 Oilo, G. (1993) Bond strength testing--what does it mean? *International dental journal*, 43 (5), 492-498.
- 244 Van Noort, R., Noroozi, S., Howard, I., Cardew, G. (1989) A critique of bond strength measurements. *Journal of dentistry*, 17 (2), 61-67.
- 245 Shono, Y., Terashita, M., Shimada, J., Kozono, Y., Carvalho, R.M., Russell, C.M. ve diğeri. (1999) Durability of resin-dentin bonds. *Journal of Adhesive Dentistry*, 1 (3).
- 246 Betamar, N., Cardew, G., Van Noort, R. (2007) Influence of specimen designs on the microtensile bond strength to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 9 (2).
- 247 Torii, Y., Hikasa, R., Iwate, S., Oyama, F., Itou, K., Yoshiyama, M. (2003) Effect of EDTA conditioning on bond strength to bovine dentin promoted by four current adhesives. *Am J Dent*, 16 (6), 395-400.

## EKLER

## Ek 1 Etik Kurul Onayı



T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557-1165

## ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 04.11.2015 ÇARŞAMBA  
Toplantı No : 2015/22  
Proje No : GO 15/669 (Değerlendirme Tarihi: 04.11.2015)  
Karar No : GO 15/669 – 08

Üniversitemiz Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Hatice DOĞAN BUZOĞLU'nun sorumlu araştırmacı olduğu, Dr. Emel UZUNOĞLU ile birlikte çalışacakları Dt. Çiğdem DİK'in tezi olan GO 15/669 kayıt numaralı ve "Sürfaktanlı EDTA Solüsyonlarının Genç ve Yaşlı Dentinin Adeviz Özellikleri Üzerine Etkileri" başlıklı proje önerisi araştırmannın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- |  |   |
|--|---|
| 1 Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan)     | 9 Prof. Dr. Rahime Nohutçu (Üye)          |
| 2 Prof. Dr. Nüket Örnek Buken (Üye)    | 10 Prof. Dr. R. Köksal Özgül (Üye)        |
| 3 Prof. Dr. M. Yıldırım Sara (Üye)     | 11 Prof. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye)        |
| 4 Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu (Üye)   | 12 Prof. Dr. Leyla Dinç (Üye)             |
| 5 Prof. Dr. Cenk Sökmensüer (Üye)      | KATILMADI                                 |
| 6 Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye) | 13 Prof. Dr. Hatice Doğan Buzoğlu (Üye)   |
| 7 Prof. Dr. Ali Düzova (Üye)           | İZİNLİ                                    |
| 8 Prof. Dr. Levent Akın (Üye)          | 14 Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye)       |
|  | 15 Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl (Üye) |
|  | 16 Av. Meltem Onurlu (Üye)                |

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu  
06100 Sıhhiye-Ankara  
Telefon: 0 (312) 305 1082 • Faks: 0 (312) 310 0580 • E-posta: goetik@hacettepe.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi için: