



T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**FARKLI ŞELASYON AJANLARININ KÖK KANAL
DENTİNİNİN MİKROSERTLİĞİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dt. Celalettin TOPBAŞ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Özkan ADIGÜZEL

DIYARBAKIR

2016



T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**FARKLI ŞELASYON AJANLARININ KÖK KANAL
DENTİNİNİN MİKROSERTLİĞİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dt. Celalettin TOPBAŞ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Özkan ADIGÜZEL

DİYARBAKIR
2016

**Bu tez Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğünce desteklenmiştir.**
Proje No: DİŞ.15.013

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimi boyunca bilgi ve tecrübesiyle beni yetiştiren ve aydınlatan, insani ve ahlaki değerleri ile örnek aldığım, tez danışmanım olan değerli hocam sayın **Doç. Dr. Özkan ADIGÜZEL'e**,

Yanında çalışmaktan onur duyduğum ve tecrübelerinden faydalanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli hocam sayın **Doç. Dr. Sadullah KAYA'ya**,

Klinik eğitimimde tecrübeleriyle bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam **Dr. İbrahim UYSAL'a**,

Birlikte çalışmaktan zevk aldığım saygıdeğer asistan arkadaşlarıma, değerli klinik çalışanlarına,

Tez yazımı ve düzenlemesi sırasında yapmış olduğu yardımlarından dolayı sayın **Prof. Dr. Nihat ÖZTOPRAK'a**,

Uzmanlık eğitimim boyunca her konuda sabır ve hoşgörüsüyle desteğini yanımda hissettiğim sevgili eşim **Elif TOPBAŞ'a**,

Beni yetiştirip bu günlere ulaşmamda büyük pay sahibi olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ.....	iv
TABLOLAR VE GRAFİKLER DİZİNİ.....	v
SEMBOLLER/ KISALTMALAR.....	vi
ÖZET	viii
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Dentin	4
2.1.1. Manto Dentin.....	5
2.1.2. Sirkümpulpal Dentin	5
2.1.3. Predentin.....	6
2.1.4. Dentin Tübülleri.....	6
2.1.5. İntertübüler Dentin.....	7
2.1.6. İntratübüler - Peritübüler Dentin	7
2.1.7. İnterglobüler Dentin	7
2.1.8. Dentin Sıvısı.....	8
2.2. Smear Tabakası ve Şelasyon	8
2.2.1 EDTA	11
2.2.2 Sitrik Asit.....	15
2.2.3. Maleik Asit.....	16
2.3. Yüzey Sertliği.....	17
2.4. Yüzey Pürüzlülüğü.....	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	23
3.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması.....	23
4. BULGULAR.....	31
4.1. Mikrosertlik Test Sonuçları	31
4.2. Yüzey Pürüzlülüğü Test Sonuçları.....	37
5. TARTIŞMA	44

6. SONUÇLAR	55
KAYNAKLAR.....	56



ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ

ŞEKİLLER

Şekil 1: EDTA'nın yapısal formülü	11
Şekil 2: EDTA'nın kalsiyum (Ca) iyonunu yapısında bulundurması	12
Şekil 3: Sertlik test yöntemleri	18
Şekil 4: Vickers mikrosertlik test cihazının uç şeklinin şematize edilmesi. d1= birinci köşegenin uzunluğu, d2=ikinci köşegenin uzunluğu	18
Şekil 5: Vickers mikrosertlik test cihazının piramit şekilli elmas ucunun dişler üzerinde bıraktığı izin cihaz ekranındaki görüntüsü	19
Şekil 6: Ra parametresi diagramı	21
Şekil 7: Rz parametresi diagramı	21
Şekil 8: Rpm parametresi diagramı	22

RESİMLER

Resim 1: Hazırlanmış numunelerin görüntüsü	27
Resim 2: Kullanılan şelasyon ajanlarının görüntüsü	27
Resim 3: %17'lik jel EDTA ile şelasyon işleminin görüntüsü	28
Resim 4: %17'lik likit EDTA ile şelasyon işleminin görüntüsü	28
Resim 5: %20'lik sitrik asit ile şelasyon işleminin görüntüsü	29
Resim 6: %7'lik maleik asit ile şelasyon işleminin görüntüsü	29
Resim 7: Vickers mikrosertlik testi cihazının görüntüsü	30
Resim 8: Yüzey pürüzlülüğü testi cihazının görüntüsü	30

TABLolar VE GRAFİKLER DİZİNİ

TABLolar

Tablo 1: Dişlerin gruplandırılması.....	24
Tablo 2: Şelasyon ajanlarının kök dentininin mikrosertliği üzerine etkisi	32
Tablo 3: %17'lik jel EDTA uygulamasından önceki ve sonraki mikrosertlik değerleri	33
Tablo 4: %17'lik likit EDTA uygulamasından önceki ve sonraki mikrosertlik değerleri.....	33
Tablo 5: %20'lik sitrik asit uygulamasından önceki ve sonraki mikrosertlik değerleri	34
Tablo 6: %7'lik maleik asit uygulamasından önceki ve sonraki mikrosertlik değerleri	34
Tablo 7: %17'lik jel EDTA'nın ortalama başlangıç, final ve fark mikrosertlik değerleri.....	35
Tablo 8: %17'lik likit EDTA'nın ortalama başlangıç, final ve fark mikrosertlik değerleri....	35
Tablo 9: %20'lik sitrik asitin ortalama başlangıç, final ve fark mikrosertlik değerleri.....	36
Tablo 10: %7'lik maleik asitin ortalama başlangıç, final ve fark mikrosertlik değerleri	36
Tablo 11: Şelasyon ajanlarının kök dentininin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi	38
Tablo 12: %17'lik jel EDTA şelasyonundan önceki ve sonraki pürüzlülük değerleri	39
Tablo 13: %17'lik likit EDTA şelasyonundan önceki ve sonraki pürüzlülük değerleri	39
Tablo 14: %20'lik sitrik asit şelasyonundan önceki ve sonraki pürüzlülük değerleri.....	40
Tablo 15: %7'lik maleik asit şelasyonundan önceki ve sonraki pürüzlülük değerleri	40
Tablo 16: %17'lik jel EDTA'nın ortalama başlangıç, final ve fark pürüzlülük değerleri	41
Tablo 17: %17'lik likit EDTA'nın ortalama başlangıç, final ve fark pürüzlülük değerleri....	41
Tablo 18: %20'lik sitrik asitin ortalama başlangıç, final ve fark pürüzlülük değerleri.....	42
Tablo 19: %7'lik maleik asitin ortalama başlangıç, final ve fark pürüzlülük değerleri	42

GRAFİKLER

Grafik 1: Solüsyonların mikrosertlik fark verilerinin analiz grafiği.....	37
Grafik 2: Solüsyonların yüzey pürüzlülüğü fark verilerinin analiz grafiği	43

SEMBOLLER/ KISALTMALAR

EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
MA	: Maleik Asit
SA	: Sitrik asit
MTAD	: Mixture of tetracycline isomer, an acid and a detergent
SEM	: Scanning Electron Microscope (Taramalı Elektron Mikroskobu)
p	: İstatistiksel anlamlılık
pH	: Power of Hydrogen (Hidrojenin gücü)
dk	: Dakika
sn	: Saniye
gr	: Gram
mm	: Milimetre
µm	: Mikrometre
Na	: Sodyum
Ca	: Kalsiyum
P	: Fosfor
Mg	: Magnezyum
K	: Potasyum
H₂O₂	: Hidrojen peroksit
CHX	: Klorheksidin
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
NaOH	: Sodyum Hidroksit
OCl⁻	: Hipoklorit
HOCl	: Hipoklorik asit
H₂O	: Su
Ca(OH)₂	: Kalsiyum Hidroksit
D²	: İz alanı

F	: Kuvvet
VHN	: Vickers sertlik değeri
Ra	: Ortalama yüzey pürüzlülüğü (Roughness Average)
Rpm	: Ana derinlik seviyesi
Rz	: Ortalama tepe-vadi yüksekliği
Ark.	: Arkadaşları
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
SD	: Standart deviasyon (Standart deviation)
°C	: Derece santigrad
EDTAC	: EDTA + Cetrimid
EGTA	: Etilen glikol-bis- (betamino-etileter) + N,N,N',N'-tetra asetik asit

ÖZET

Farklı Şelasyon Solüsyonlarının Kök Kanal Dentininin Mikrosertliği ve Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkilerinin İncelenmesi

Kök kanal tedavisinin başarısı, kanal preparasyonunun kalitesine, yöntemine, yeterli irrigasyona, dezenfeksiyona ve kök kanalının üç boyutlu olarak doldurulmasına bağlıdır. Bu çalışmanın amacı farklı şelasyon solüsyonlarının kök kanal dentin dokusunun mikrosertliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerine olan etkisinin incelenmesidir.

Bu çalışmada 60 adet maksiller kesici diş kullanılmıştır. Bütün dişlerin kronları mine sement sınırından elmas frez ile köklerinden ayrılmıştır. Diş kökleri elmas separe ile uzunlamasına ortadan ikiye ayrılmıştır.

Elde edilen numuneler otopolimerizan akriliğe gömülmüş ve dişlerin dentin yüzeyleri zımparalanmıştır. 4 gruba ayrılan numunelerin şelasyon işlemlerinden önce mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapılmıştır.

1. gruba %17'lik Jel EDTA solüsyonu (JE), 2. gruba %17'lik Likit EDTA solüsyonu (LE), 3. gruba %20'lik Sitrik asit solüsyonu (SA) ve son gruba %7'lik Maleik asit solüsyonu (MA) 120'şer saniye uygulanmıştır.

Şelasyon ajanlarının uygulanmasından sonra tekrar bütün örneklerin mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapılmıştır.

Grupların istatistiksel analizi için ANOVA Tek Yönlü Varyans Analizi (One Way Analysis of Variance ANOVA) kullanılmış ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p<0.05$).

Mikrosertlik sonuçlarına göre, %17'lik Likit EDTA'nın %17'lik Jel EDTA ile istatistiksel olarak eşit düzeyde ve en az azalmaya sebep olduğu, %20'lik Sitrik asitin ise mikrosertliği EDTA solüsyonlarından daha fazla azalttığı ve %7'lik Maleik asitin diğer bütün solüsyonlardan daha fazla dentin mikrosertliğini azalttığı görülmüştür.

Yüzey pürüzlülüğü sonuçlarına göre, %7'lik Maleik asitin diğer gruplara göre yüzey pürüzlülüğünü daha çok arttırdığı, %20'lik Sitrik asit ve %17'lik Jel EDTA dentin yüzeyini, Maleik asitten daha az pürüzlendirdiği ve iki solüsyon arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. %17'lik Likit EDTA'nın dentin yüzey pürüzlülüğünü tüm solüsyonlardan daha az arttırdığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikrosertlik, Yüzey pürüzlülüğü, Jel EDTA, Likit EDTA, Sitrik asit, Maleik asit



ABSTRACT

Investigation of the Effects of Different Chelation Agents on Root Canal Dentin Microhardness and Surface Roughness

The success of endodontic treatment depends on the preparation method, adequate irrigation, disinfection, and three-dimensional obturation of the root canal. The purpose of this study was to evaluate the effect of four different chelation solutions on root canal dentin microhardness and surface roughness.

In this study, 60 maxillary incisor teeth were utilized. All the crowns of the teeth were separated from their roots at the level of the cemento-enamel junction by a diamond bur. The roots were divided longitudinally into two segments with a diamond saw. The samples were horizontally mounted in auto-polymerizing acrylic resin and the dentin surfaces were ground.

The samples were divided into four groups and the microhardness and surface roughness values were measured before the chelating process. The following four treatments were applied to the samples for 120 seconds: 17% Gel EDTA solution, 17% Liquid EDTA, 20% Citric acid, and 7% Maleic acid. After the samples were treated with the chelating solutions, microhardness and surface roughness values were measured again.

The results were analyzed with One Way Analysis of Variance (ANOVA) and significant differences were found between groups ($p < 0.05$).

According to microhardness values, 17% Liquid EDTA and 17% Gel EDTA reduced the microhardness of dentin less than the other chelating agents, and there was no significant difference between those two treatments. The 20% Citric acid solution reduced the dentin microhardness values much more than both the EDTA solutions. The 7% Maleic acid solution reduced the dentin microhardness values more than the other chelating solutions.

According to surface roughness values, 7% Maleic acid increased the dentin surface roughness more than the other chelating agents. The 20% Citric acid and

17% Gel EDTA solutions increased the dentin surface roughness less than maleic acid solution, and there was no significant difference those two solutions: 17% Liquid EDTA solution increased the dentin surface roughness less than the other solutions.

Key Words: Microhardness, Surface roughness, Gel EDTA, Liquid EDTA, Citric acid, Maleic acid



1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin başarısı, kanal preparasyonunun kalitesine, yöntemine, yeterli irrigasyona, dezenfeksiyona ve kök kanalının üç boyutlu olarak doldurulmasına bağlıdır (1, 2).

Kemo-mekanik preparasyon yapılırken amaç; dişin kök kanallarından canlı, enfekte veya nekrotik pulpayı uzaklaştırmak, kanalları genişletmek, mikroorganizmalardan arındırmak ve preparasyon esnasında oluşan dentin talaşlarını ve smear tabakasını uzaklaştırmaktır (3).

Endodontik genişletme hem elle, ister hem alet sistemleri ile yapıldığında, bir smear tabakası oluşmaktadır (2). Preparasyon yapılmamış kök kanal yüzeylerinde oluşmayan bu tabakanın kalınlığının 1-5 µm arasında olduğu, kanal aletinin şekline, dizaynına, keskinliğine ve kök kanal dentininin ıslak ya da kuru olmasına göre değiştiği ortaya konulmuştur (2).

Smear tabakası; kalsifiye dokunun organik ve inorganik kısımlarından, pulpa doku artıkları, odontoblastik hücre yapısı, mikroorganizmalar ve dentin tübüllerindeki kan hücrelerinden müteşekkil organik bir yapıdan oluşmaktadır (2).

Smear tabakasının endodontik tedavideki başarı oranına etkisi halen tartışmalıdır ve bu tabakanın eliminasyonuna veya korunmasına yönelik teknikler ve ürünler hala geliştirilmektedir (4). Bu bağlamda son dönemlerde yapılan sistematik derleme ve sızıntı çalışmalarının meta analizi olan bir çalışma, smear tabakasını uzaklaştırmanın kök kanal sisteminin daha sızdırmaz bir şekilde tıkanmasını sağladığı bildirilmiştir (5).

Smear tabakasını uzaklaştırmak için farklı irriganlar kullanılmıştır. Dekalsifiye edici ajanlar; örneğin sitrik asit (SA), etilendiamin tetraasetik asit (EDTA), tetrasiklin izomer karışımı (doksisisiklin) ve deterjan (Tween 80) kullanılmıştır. Ancak en yaygın olarak kullanılan solüsyonlar EDTA ve sodyum hipoklorit olmuştur (6-10).

Bu kimyasal ajanların dentin yapısında değişimlere sebep olduğu ve dentin yüzeyindeki kalsiyum/fosfor (Ca/P) oranını değiştirdiği rapor edilmiştir (11).

Kalsiyum ve fosfor arasındaki bu değişimler, organik ve inorganik dokular arasındaki oranda da bir değişime sebep olmaktadır (12). Bu durum dentinin geçirgenlik ve çözünürlüğü hatta rezin bazlı simanlar ve kök kanal patları gibi dental materyallerin sert dokulara bağlanmasını da etkilemektedir (5).

Şelasyon ajanları özellikle peritübüler dentinin hidroksiapatit kristallerindeki kalsiyum iyonlarına bağlanıp dekalsifikasyon yapmaktadır. Bu sayede kanal duvarlarının sertliğinde bir azalma meydana gelmektedir (13).

Şelasyon ajanları kalsiyum iyonları ile şelat yaparak dentini yumuşatmakta böylelikle daha kolay bir preparasyon imkanı sağlanmış olmaktadır. Asitler genel olarak dentinin organik ve inorganik yapıları arasındaki bağda kopma ve zayıflama meydana getirerek demineralizasyon yapmaktadırlar (14, 15).

Çeşitli solüsyonların yüzey sertliğine etkileri daha önce araştırılmıştır. Sodyum perborat, EDTA ve hidrojen peroksit-sodyum hipoklorit karışımı, %15 EDTA ve dietil triamin penta asetik asit karışımı (EDTAC), etilen glikol-bis-(betamino-etileter) ve N,N,N',N'-tetra asetik asit karışımı (EGTA), sodyum hipoklorit ve EDTA karışımından oluşan kombinasyonların yüzey sertliğine etkileri incelenmiştir (16-20).

Birçok çalışmada EDTA'nın kök kanal dentininin mikrosertliğini düşürdüğü gösterilmiştir (13, 21). Son zamanlarda %7'lik maleik asit ve %2.5'lik sodyum hipoklorit karışımının, kök kanal sisteminden smear tabakasının uzaklaştırılmasında EDTA'dan anlamlı derecede daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (22).

Maleik asit adeziv diş hekimliğinde kullanılan yumuşak organik bir asittir. Pürüzlendirici olarak restoratif diş hekimliğinde de kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra endodontide, değişen konsantrasyonlarının (%5, %7, %10, %15) smear tabakasını kaldırma düzeylerini inceleyen çalışmalar da mevcuttur (23).

Çalışmamızın amacı, dört farklı şelasyon solüsyonunun (%17'lik Jel EDTA, %17'lik Likit EDTA, %20'lik Sitrik asit, %7'lik Maleik asit) kök kanal dentininin mikrosertliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini incelemek ve bu solüsyonları birbiriyle karşılaştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Kök kanallarının genişletilmesi ve şekillendirilmesi, endodontik aletler ve irrigasyon solüsyonlarının kombine kullanımını içermektedir. Bu işlem ile önceden var olan organik ve inorganik doku artıklarının, mikrobiyal içeriğin ve mikrobiyal yan ürünlerin azaltılması amaçlanmaktadır. Yapılan işlemler sırasında ortaya çıkan debrisin eliminasyonu tedavinin başarısı için çok önemlidir. Kök kanallarının temizliği endodontik tedavide çok önemlidir. Ne kadar çok debris ve smear tabakası uzaklaştırılırsa, endodontik tedavinin başarı şansı o kadar fazla olmaktadır (24).

Bir irrigasyon solüsyonunun kök kanallarında etkili olabilmesi için birtakım fizikokimyasal özelliklere sahip olması gerekmektedir. Ancak hiçbir endodontik solüsyon bütün ideal özellikleri aynı anda taşıyamaz. Bu yüzden arzulanan etkileri başarmak için, farklı özelliklerdeki solüsyonların kombine kullanımını gereklidir (25, 26).

Smear tabakasını uzaklaştırmak, kök kanal duvarlarında yapışık halde bulunan mikroorganizmaları ve onların toksinlerini çözmekte, kök dolgularının sızdırmazlığını artırmakta, bakterilerin hayatta kalma ve üreme potansiyellerini düşürmektedir (27, 28).

Şelasyon solüsyonları endodontide ilk kez Nygaard-Østby tarafından 1957 yılında dar ve eğri kanalların preparasyonuna yardımcı olmak amacıyla tanıtılmıştır. EDTA'nın likit solüsyon formu, kök kanal dentininin kimyasal olarak yumuşatılması, smear tabakasını çözme yeteneği ve dentin permeabilitesini artırması nedeniyle kullanılan ilk şelasyon ajanıdır (25).

Sodyum hipoklorit, kök kanallarının biyomekanik preparasyonunda en sık kullanılan kimyasal solüsyondur ve sistematik bir şekilde endodontide %0.5 ile %6 aralığında değişen konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Ancak mükemmel antimikrobiyal özelliğine ve organik materyalleri çözme kapasitesine rağmen, bu solüsyon tek başına smear tabakasını uzaklaştırmada yeterli değildir ve organik materyaller üzerinde etkili olması nedeniyle şelasyon ajanlarıyla beraber kullanımı gereklidir (24, 29, 30).

Şelasyon yapan maddelerin demineralize edici etkisi, smear tabakası ve kök kanal dentini üzerinde aynı şekilde rol oynar, kollajenin açığa çıkması ve dentin mikrosertliğinin azalması ile sonuçlanır (31, 32).

Mikrosertlikteki en büyük düşüşün kök kanal lümenindeki dentinin yüzeysel tabakasında olması arzu edilir. Kök kanallarının biyomekanik preparasyonu esnasında kullanılan şelasyon ajanları smear tabakasını kaldırır, irriganın yeterli dezenfeksiyonu sağlaması için kök kanallarına girişini artırarak dentin mikrosertliğini düşürür, endodontik aletlerin dar, kalsifiye kanallara girişini ve çalışmasını kolaylaştırır (25, 33).

2.1. Dentin

Tam gelişmiş dentin ağırlıkça yaklaşık olarak %70 inorganik materyal, %20 organik materyal ve %10 sudan oluşur. Dentinin temel inorganik bileşeni, formülü $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ olan kalsiyum hidroksiapatittir (34).

Organik matriks proteinlerinden meydana gelmektedir, en yaygın olarak tip I kollajen, küçük bir miktar da tip V kollajen içermektedir (34). Kollajen olmayan proteinler olarak, dentin fosfoprotein (DPP), dentin matriks protein 1 (DMP₁), dentin sialoprotein (DSP), osteopontin (OPN), osteokalsin ve kemik sialoprotein (BSP) içermektedir (35).

Ek olarak, dentin proteoglikanlar, küçük miktarda posfolipidler ve kemik morfogenetik proteinleri (BMP), insülin benzeri büyüme faktörleri (IGFs) ve transforming büyüme faktörü beta (TGF- β) gibi bir takım büyüme faktörleri içermektedir. Bu büyüme faktörleri, kök hücre farklılaşmasını lokal olarak uyardıkları için dentinin demineralizasyonu esnasında önem arzederler (36).

Dentinin elastik yapısı, üzerini kaplayan kırılğan mine tabakasına esneklik sağlar ve mine kırığı oluşmadan çiğnemenin gerçekleşmesine yardımcı olmaktadır (37).

Mühendislik perspektifinden olaya bakılırsa, kollajen çelik inşaat demiri, mineralize kristaller ise çimento gibi düşünülebilir. Sonuçta bu birleşik yapı, küçük yapısına rağmen büyük bir gerilme kuvveti gösterir. Mine ve dentin arasındaki mine dentin bileşimi, pürüzlü ve dalga şeklinde bir sınırdır. Bu sınır şekli; mine ve dentin arasındaki temas ve bağlanma gücünü artırır, bu sayede iki sert doku çiğneme esnasında bir arada kalır (36).

Primer dentin dişlerin gelişim döneminde; dişler oral kavitede görülünceye kadar üretilen dentindir. Ortodontin olarak sınıflandırılır (34). Primer dentin yapısal olarak düzenlidir ve odontoblastların düz hareketinden kaynaklanan ve bu nedenle S şekilli temel bir kurtatür gösteren dentin tübülleri içermektedir (36). Tüm dişli memelilerde görülen hücrelerin ürettiği tübüler formda dentindir (34). Primer dentin, nispeten daha yüksek oranda salgılanmıştır ve dişteki dentinin büyük kısmını oluşturmaktadır. Bu dentin yapısal olarak düzenlidir ve odontoblastların düz hareketinden kaynaklanan ve bu nedenle S şekilli temel bir kurtatür gösteren dentin tübüllerini içermektedir (36). Dişler oral kavitede görüldükten sonra oluşan dentine, sekonder dentin denir (34).

2.1.1. Manto Dentin

Primer dentinin ilk salgılanan tabakası manto dentindir. Tam olarak farklılaşmamış odontoblastlar tarafından üretilmiştir. Yetişkinlerin dişinde manto dentin en yaşlı dentindir, kuronda mineye yapışık bir halde ve hemen minenin altında bulunur (38).

Manto dentin histolojik kesitlerde, bazal laminanın hemen altında çökemiş halde gözlenen, yelpaze şekilli karakteristik kalın bir kollajen tabakası şeklinde tanımlanabilir. Kök dentininde bulunup bulunmadığı tartışmalıdır. Bazı çalışmalarda manto dentine rastlanırken, bazı çalışmalarda ise manto dentin yerine hyalin katman ve enameloid yapısına rastlanmıştır (39, 40).

2.1.2. Sirkümpulpal Dentin

Sirkümpulpal dentin manto dentin tabakasının oluşumundan sonra çökeler, primer ve sekonder dentinin temel yapısını oluşturur (36). Sirkümpulpal dentin pre-dentin ve mineralize dentin arasındaki kalsoferitler aracılığı ile mineralize

olmaktadır. Mineral kristaller kalsoferitlerin içerisinde bir merkezden dış çepere doğru yayılan ışımsal bir tarzda dizilmişlerdir (36).

Dentinin farklı kısımlarında farklı biçimlerde bulunabilirler. Kalsoferitler genişledikçe yakınında bulunan diğer kalsoferitlerle kaynaşmaktadır. Bu işlem, dentin matriksi tamamıyla mineralize olana kadar devam etmektedir (36).

2.1.3. Preentin

Preentin; odontoblast tabakası ve mineralize dentin arasında yerleşmiş olan 15 - 20 µm kalınlığında mineralize olmamış organik matriks tabakasıdır (34). Bunun temel protein içerikleri, tip I ve tip II kollajendir (34). Nonkollajen yapı bazı proteoglikanları (örn; dermatan sülfat, heparan sülfat, keratin sülfat, kondroitin-4-sülfat, kondroitin-6-sülfat) (41, 42), glikoproteinleri, glikozaminoglikanları (GAGs) (41), Gla proteinleri, hyaluronat ve dentinfosfoproteinleri içermektedir. Dentinfosfoprotein yalnızca kemik ve dentinde bulunan yüksek düzeyde fosforillenmiş bir proteindir (41).

Büyüme faktörlerinin dentinde mevcudiyeti önemli bir özelliktir. Çünkü dentin rezorpsiyonu muhtemelen bu faktörlerin pulpaya salınımına sebep olmakta, böylece bu dokuda biyolojik işlevlerin değişimine sebep olmaktadır. Dentin rezorpsiyonu, tersiyer dentinin oluşumunu uyarmaktadır (41).

2.1.4. Dentin Tübülleri

İnsanlardaki dentinin bir özelliği, dentin tübüllerinin varlığıdır. Bu tübül yapısı yüzeysel dentinde %1, derin dentin dokusunda %30 yer işgal etmektedir. Tübüllerin çapı, 1 µm den 2.5 µm'ye kadar değişkenlik göstermekte ve mine dentin sınırı veya sement dentin sınırından pulpaya kadar tüm dentin kalınlığı boyunca uzanmaktadır. Geniş kısımları pulpa tarafında olmak üzere hafif açılanmaları vardır. Tübüllerin lümen çapı pulpadan uzaklaştıkça düşmekte, preentine ve pulpa boynuzuna ulaşıldığında artık peritübüler dentin gözlenmemektedir (43).

Koronal dentinde mine dentin sınırından pulpaya uzanan tübüllerin hafif bir S şekli vardır. S şekilli kurvatür pulpa merkezine geç ederken, odontoblastların sayıca fazla olup sıkışık hareket etmelerinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (44).

Pulpaya ulaştıklarında tübüller birleşir. Pulpa boynuzunun yüzeyi, mine dentin sınırı boyunca uzanan yüzeye nazaran daha küçük bir alana sahiptir. Bu durum dentin geçirgenliğinde ciddi bir artışa sebep olmaktadır (45, 46). Tübüllerin sayısı ve çapı dişin içindeki bölgeye göre değişmektedir (44).

2.1.5. İntertübüler Dentin

İntertübüler dentin, dentin tübüllerinin arasında yerleşmiştir ve dentinin ana kütleini oluşturur. Organik matriks, temel olarak çapları 50-100 nm arasında değişen kollajen fibriller içerir (34). Bu fibriller, dentin tübülleri ile hemen hemen aynı açıda olacak şekilde, onlarla uyumlu bir halde yerleşmişlerdir ve iyi mineralize olmuşlardır (47). İntertübüler dentin, mine-dentin sınırı ile mineralizasyon alanı arasında yerleşiktir (34).

2.1.6. İnatübüler - Peritübüler Dentin

Tübüllerin iç duvarında yerleşik dentin, intratübüler veya peritübüler dentin olarak adlandırılır. İnatübüler dentin, tüm memelilerde bulunmayan ve ortodontinin özelleşmiş bir formu olarak karşımıza çıkmaktadır (37).

Peritübüler dentinin matriksi, intertübüler dentinden oran olarak daha az kollajen fibril ve daha yüksek oranda sülfatlı proteoglikan ve mineral içermesi ile ayrılır. Bu düşük kollajen oranından dolayı, peritübüler dentin intertübüler dentinden daha serttir, bu sebeple asit uygulamasında intertübüler dentine göre daha çabuk çözünür (37, 48).

Restoratif dental işlemlerde tercihen peritübüler dentinin kaldırılmasında pürüzlendirici ajanlar ve endodontide dentin tübüllerinin açılıp genişletilmesinde etilendiamintetraasetikasit (EDTA) kullanılmaktadır. Her iki işlemde de dentin permeabilitesi artarak çok daha geçirgen bir hal almaktadır. Dentinogenezis imperfekta tip II hastalarda fibriller arası minerallerin olmaması, dentinlerinin yumuşak olmasından sorumlu olabilir (49).

2.1.7. İnterglobüler Dentin

İnterglobüler dentin, mineralize olmamış organik matriks içerir, çünkü kalsoferitlerin büyüme ve kaynaşması esnasında hata olmuştur. Bu olay, genellikle

krona manto dentine yakın sirkümpulpal dentinde oluşur ve kökte Tomas granüler tabakasına yakındır (50).

Ciddi dental anomalilerde (örn; D vitaminine dirençli riketslerde, hipofosfatazyada), geniş alanlar halinde interglobüler dentin görüntüsü karakteristiktir (50).

2.1.8. Dentin Sıvısı

Serbest sıvı; yüzeysel dentinin yaklaşık %1'ini oluştururken, derin dentinde (pulpayı yakın kısımlarda) toplam hacmin %22'sini kaplar (45). Bu sıvı; pulpa kılcallarındaki kandan filtre edilmiştir, fakat birçok bakımdan bileşimi plazmaya benzemez (51).

Kalsiyum iyonuna özel elektrotlar kullanıldığında görülmektedir ki, predentindeki dentin sıvısının iyonize kalsiyum yoğunlukları plazmaya oranla 2-3 kat kadar daha fazladır (52, 53).

Bakteriyel ürünler veya diğer kontaminantlar, diş çürüklerinde restoratif işlemlerin veya restorasyonlar altında gelişen biyofilmlerin bir sonucu olarak dentin sıvısında bulunabilirler (54-56).

2.2. Smear Tabakası ve Şelasyon

Smear tabakası, ilk defa McComb ve arkadaşları tarafından 1975 yılında tanımlanmıştır (29). Bu tabaka, kök kanal preparasyonu sırasında ortaya çıkan pulpa artıkları, mikroorganizmalar ve metabolitleri gibi organik bir yapıdan ve inorganik artıklardan oluşur (57).

Kök kanal duvarlarında, sadece preparasyon yapılan alanda ve aletin dokunduğu yüzeyde smear tabakasının oluştuğu, işlem yapılmayan alanlarda yani aletin temas etmediği dentin duvarlarında smear tabakasının oluşmadığı gösterilmiştir (57).

Şelasyon yapan ajanlar, kanal tedavisinde ilk defa Nygaard-Østby tarafından %15'lik Etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) solüsyonu olarak kullanılmıştır (58).

EDTA'nın %15 ve %17'lik solüsyonları, kök kanallarının preparasyonu esnasında kullanılan dekalsifiye edici bir şelasyon ajanıdır (59).

EDTA'nın dekalsifiye edici etkisinden yararlanmak üzere geliştirilen jeller çok yaygındır. EDTA kalsiyum iyonları ile şelasyon yapar ve preparasyon sırasında kök kanal duvarlarında oluşan dentin kaynaklı debrisini uzaklaştırır (59, 60). Bu nedenle dentin tübüllerini açar ve dezenfektanların daha iyi penetrasyonunu sağlar (24, 28, 61, 62). İster elle ister döner aletle olsun, kök kanalı enstrümente edilirse, aletle dokunulmuş olan tüm dentin duvarı, smear tabakası olarak adlandırılan bir tabaka ile kaplanır (29, 63). Smear tabakası yüzeysel ve derin smear tabakası olmak üzere iki kısımdan oluşur. Yüzeysel tabaka 1-2 µm, derin tabaka ise 40 µm'ye kadar dentin tübüllerine penetre olabilir (27).

Smear tabakasının kaldırılması veya kaldırılmaması ile ilgili bir görüş ayrılığı söz konusudur. Bazı çalışmalarda irrigasyon solüsyonlarının dentin tübüllerine penetre olamadığı için yeterince etkili olmadığı, bu nedenle bakterilerin üremelerine de engel olamaması sebebiyle smear tabakasının uzaklaştırılması gerektiği belirtilmiştir (27, 57).

Bazı çalışmalarda da, smear tabakasının mikroorganizmalar ve metabolitleri için bir bariyer görevi görerek, mikroorganizmaların dentin tübüllerine penetrasyonuna engel olduğu tezi savunulmuş ve smear tabakasının kaldırılmaması gerektiği belirtilmiştir (55, 64).

Preparasyon esnasında oluşan smear tabakasını uzaklaştırmak için çeşitli irrigasyon solüsyonları kullanılmaktadır. Kök kanallarında bulunan organik ve inorganik artıkların uzaklaştırılması için çeşitli irrigasyon maddeleri, irrigasyon yöntemleri ve çeşitli kimyasal solüsyonlar önerilmiştir (65).

Günümüze kadar kullanılan irrigasyon solüsyonları arasında; alkalin solüsyonlar, asitler, şelatlar, proteolitik enzimler, oksitleyici maddeler, serum fizyolojik ve distile su sayılabilir (65).

Smear tabakasının organik kısmını kaldırmak için genellikle sodyum hipoklorit (NaOCl) kullanılırken, inorganik yapıyı uzaklaştırmak için ise çoğunlukla EDTA kullanılmaktadır (24, 66).

İnorganik yapıyı uzaklaştırmak için EDTA'nın dışında, EDTA + Cetrimid (EDTAC), sikloheksen-1,2-diamintetra asetik asit (CDTA), EDTA + trimetil amonyum bromit [REDTA (sulu bir taşıyıcı içinde sodyum hidroksit ile tamponlanmış EDTA)], Rc-Prep (EDTA + üre peroksit), Sitrik asit (SA), Maleik asit (MA) ve MTAD gibi birçok şelasyon ajanı kullanılmaktadır (22, 67).

Kök kanal sisteminde etkin dezenfeksiyon için bir irriganın sahip olması gereken özellikler şunlardır: (28, 65)

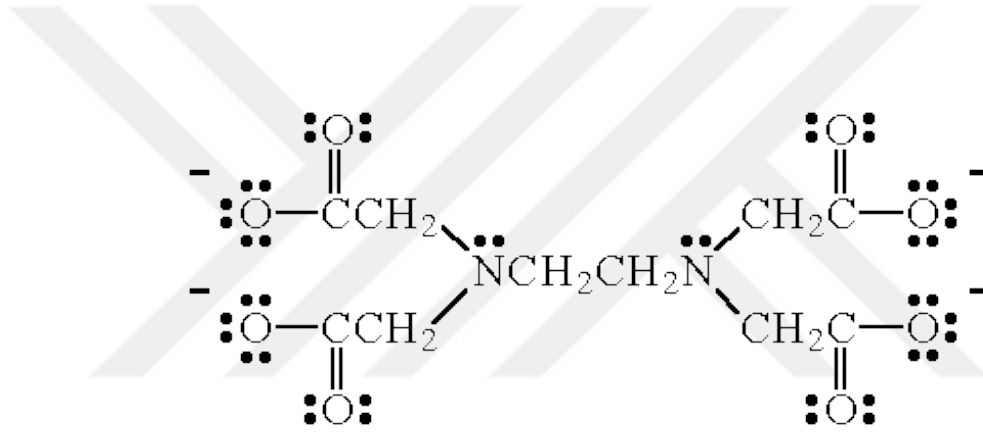
- Smear tabakasını tamamen uzaklaştırmalı, kanallardan debris ve tüm doku artıklarını temizleyebilmelidir.
- Lubrikant etkisi olmalı ve aletlerin kanalda kullanımı esnasında kayganlaştırıcı özellik göstermelidir.
- Yüksek yüzey gerilimi göstermemelidir. Düşük yüzey gerilimi sayesinde irriganın dokulara penetrasyonu artmalıdır.
- Temas ettiği yüzeyleri, derin dokuları ve dentin tübüllerini dezenfekte edebilmelidir.
- Endotoksinleri etkisiz hale getirebilmelidir.
- Dentin tübüllerine penetrasyonu iyi olmalıdır.
- Antibakteriyel etkisi uzun süre devam etmelidir.
- Dişin periodontal dokularına zararlı ve yüksek toksisiteye sahip olmamalıdır.
- Dentin dokusunun fiziksel özelliklerine uyumlu olmalı ve smear tabakası uzaklaştırılırken dentin dokusuna zarar vermemelidir.
- Kök kanallarında hızlı nötrale olmamalı ve etkinliğini uzun süre devam ettirmelidir.
- Kanal dolgu maddelerinin diş dokularına bağlanmasını olumsuz etkilememelidir.
- Dişte renk değişikliğine neden olmamalıdır.
- Kullanımı ve saklaması kolay olmalıdır.

- Tadı ve kokusu irrite edici olmamalıdır.
- Raf ömrü uzun ve ucuz olmalıdır.

2.2.1 EDTA

Etilen diamin tetraasetik asitin (EDTA) formülü $C_{10}H_{16}N_2O_8$ 'dir. EDTA'nın disodyum tuzu çok etkili bir şelattır ve kayganlaştırıcı özelliğe sahiptir. Kanal tedavisinde preparasyonu kolaylaştırmak, smear tabakasını kaldırmak, kök kanal duvarlarının dezenfeksiyonunu sağlamak ve temizlemek amaçlarıyla kullanılmaktadır (65).

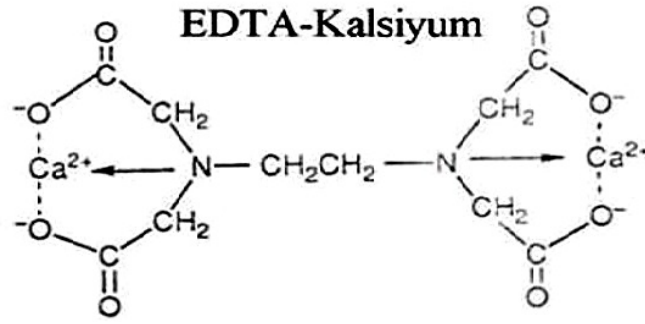
Etilendiamine bağlı dört asetik asit grubu içerir (Şekil 1) (65).



Şekil 1: EDTA'nın yapısal formülü

Fazla toksik bir solüsyon değildir, ama zayıf solüsyonlar şeklinde hafif iritan etkiye sahiptir. Ağır metaller alkali iyonlarıyla birleşir ve metal şelatları yapar (65).

Diş yapısındaki kalsiyum iyonları ile bağlanarak şelat oluşturur ve sonuçta dentin dekalsifiye olur (Şekil 2) (65).



Şekil 2: EDTA'nın kalsiyum (Ca) iyonunu yapısında bulundurması

Goldman ve arkadaşları; EDTA'nın tek başına kullanıldığında, inorganik kısımları kaldırdığı, organik kısmın ise çözünmeden kaldığını göstermiştir (61).

Organik kısmın çözünmesi için de sodyum hipokloritin çok efektif olduğu bildirilmiştir. Sodyum hipoklorit; dentinin vital veya nekrotik pulpa artıklarını ve bakteriyel ürünler gibi organik dokuları çözme konusunda çok etkindir (6, 24, 68).

McComb ve Smith, EDTA'yı smear tabakasını ortamdaki uzaklaştırmak amacıyla ilk kullanan araştırmacılar (29). Birçok çalışmada, smear tabakasının tam olarak kaldırılması için EDTA ve NaOCl'nin beraber kullanımı önerilmiştir (57, 69-71).

EDTA'nın demineralizan etkisi sınırlıdır. Bunun sebebi, her bir molekülün yalnızca bir kalsiyum iyonuna bağlanmasıdır. Tüm moleküller kalsiyum iyonları ile eşleştiğinde reaksiyon durmaktadır. Yeterli aktif madde ve yüzey alanı olduğu durumda arzu edilen etkinin oluşabileceği rapor edilmiştir (65).

EDTA'nın disodyum tuzu 5 dakika içerisinde dentin dokusunda 20-30 µm derinliğe nüfuz edip demineralizasyon yapabilmektedir. EDTA kullanımı neticesinde endodontide kullanılan aletlerin etkinliğinde bir artış meydana gelmektedir, böylece preparasyon kolaylaşmaktadır. EDTA'nın kullanımıyla beraber smear tabakası dentin duvarlarından uzaklaşır ve dentin tübüllerinde bir açılma meydana gelir. Bu durum dentin permeabilitesinde artışa sebep olur. Sonuçta kanal dolgusu ve dentin duvarları arasındaki sızdırmazlık artmakta, aynı zamanda lateral kanallar ve istmuslar da doldurulabilmektedir (65).

Smear tabakasının içeriği asitlerde kolay çözünme özelliğine sahiptir. %17'lik EDTA solüsyonunun smear tabakasının inorganik kısmını tamamen çözüp, kanal duvarlarında yeterli bir temizleme sağladığı bildirilmiştir (72).

EDTA'nın içerisine yüzey geriliminde düşmeye sebep olan bazı ajanlar da (surfactant - surface active agent) ilave edilebilmektedir. Tubulicid Plus (Dental Therapeutics AB, Nacka, İsveç) içerisinde %3'lük EDTA ve benzalkonyum klorite ek olarak Amphoteric 2 ilavesi bulunmaktadır (73).

NaOCl ve Tubulicid Plus birlikte kullanıldığında, açık ve smear tabakasından temizlenmiş kanal ağzları ile karşılaştığı bildirilmektedir. Dentin kanal ağzları önceki haline göre daha genişlemiştir, bunun sebebi de dentin kanal ağzlarındaki peritübüler dentinin çözünmesidir (73).

Endodontide smear tabakasının kaldırılmasında genellikle EDTA'nın %17'lik solüsyonu kullanılmaktadır (65). Ancak bu oranda kullanılan EDTA solüsyonunun smear tabakasını uzaklaştırmakla kalmayıp dentin dokusunda da demineralizasyona sebep olduğu ve dentin mikro sertliğini azalttığı rapor edilmiştir (25). Bu arzu edilmeyen etki, EDTA derişiminin düşürülmesi ile önlenabilir. Yalnız derişim oranı düştükçe asidik bir ortam oluşur. EDTA ortama hidrojen iyonu salar, neticede şelasyon reaksiyonu azalır. Dolayısı ile sınırlanan bir etki meydana gelir ve smear tabakasının kaldırılması güçleşir (74).

Bu istenmeyen etkiyi engellemek için EDTA'nın pH'sı değiştirilerek alkale bir solüsyon geliştirilebilir. pH'sı 9'a ayarlanan %3'lük EDTA solüsyonu kullanılarak smear tabakası kaldırılırken, demineralizasyon etkisinin de ortadan kalktığı bildirilmiştir. Aynı zamanda elde edilen bu solüsyon ile kök kanallarında kullanılan dezenfektan solüsyonların dentin tübüllerine geçişinin arttığı ve dentini istenilen oranda ıslattığı rapor edilmiştir (74).

EDTA'nın NaOCl ile birlikte kullanılmaları ile elde edilen temizleme miktarı ve antibakteriyel etkinlik tek başlarına kullanılmalarından daha efektiftir. Böylece, EDTA'nın NaOCl ile birlikte kullanıldığında etkisinde bir azalma olmadığı halde, NaOCl'nin doku çözme etkisinde ise azalma olmaktadır (1).

Dentin tübüllerine EDTA'nın daha fazla nüfuz etmesini sağlamak amacı ile EDTA'ya bir yüzey aktif ajan olan Cetrimid eklenmesi ile EDTAC elde edilmiştir (65, 75).

Smear tabakasının kaldırılma oranı pH'ya ve şelasyon yapan ajanla ne kadar süre temasta kaldığına göre değişir. Birçok çalışmada; temas süresi arttıkça, mineral kaybının ve kök kanal duvarlarındaki temizliğin arttığı, ancak dentin sertliğinde bir azalma gözlemlendiği bildirilmiştir (69, 76, 77).

EDTA'nın kısıtlı antimikrobiyal etkisi vardır. Bu etkinin mikroorganizmaların çeperlerinde şelasyon etkisi ile oluştuğu düşünülmektedir. Özellikle Gr (-) bakterilerde membrandaki lipopolisakaritlerin salınmasına sebep olur, ama güçlü bir bakterisid etkiye sahip değildir (78, 79). Bununla birlikte bazı çalışmalarda, bu tip bir etki saptanmamıştır. EDTA'nın aeroblar üzerinde fazla bir etkisi yokken, anaeroblara karşı daha etkili olduğu öne sürülmüştür (79, 80).

REDTA *Porphiromonas gingivalis* haricinde kimi anaeroplara gelişimini 60 dakikadan 1 haftaya kadar önleyebilmektedir (65). Rc-Prep'in inkübasyon süresinin arttırılması, birçok mikroorganizma üzerindeki antimikrobiyal etkinin artmasını sağlamıştır (80).

Rc-Prep'in içeriğindeki %10 üre peroksit okside edici özelliği sayesinde antibakteriyel etkinin birincil sebebidir ve etkisini kanın bulunduğu ortamda dahi devam ettirebilir (81, 82).

Şelasyon maddelerinin biyoygunluğunun değerlendirildiği bir çalışmada albino kobayların sırt kaslarına %10'luk EDTA solüsyonu 0.1 ml zerk edilmiş ve orta dereceli enflamasyon oluştuğu rapor edilmiştir. Aynı deneyde hafif irritasyona sebep olan solüsyonlar ise distile su ve öjenoldür (83).

EDTA ile kök kanallarında irrigasyon yapıldığında herhangi bir periapikal doku reaksiyonu gözlenmemiştir. Akut alevlenme de diğer irrigasyon solüsyonlarına göre daha az oluşmaktadır (65).

Hem NaOCl hem de RcPrep, rezin simanın kök kanal dentinine adezyonunu ciddi oranda düşürmüştür. Bu azalma, askorbik asit (%10) ve sodyum askorbat

(%10) kullanımıyla bütünüyle tersine dönmüştür (84). Dekalsifiye olmuş kök kanal dentini üzerine adezyon oranı kalsifiye kök kanal dentini üzerine olan adezyondan ciddi oranda daha iyidir (85).

EDTA'nın dentin mikrosertliği üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; EDTA, REDTA ve NaOCl'nin dentin mikrosertliğini azaltıcı etkilerinin olduğu görülmüştür (86). EDTA'nın dentin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri de incelenmiş ve dentin kanal ağzlarını açığa çıkardığı ve yüzey pürüzlülüğünü artırıcı etkiye sahip olduğu gözlenmiştir (67).

2.2.2 Sitrik Asit

Organik bir asit olan sitrik asit, günümüzde EDTA'dan sonra en sık kullanılan şelasyon ajanıdır (14). Formülü $C_6H_8O_7$ 'dir. Organik asitler doğada çok sık rastlanmakta olup, çok farklı fonksiyonları vardır. Sitrik asit ve tuzları (kalsiyum, potasyum, sodyum) kristal yapıda renksiz maddelerdir ve suda çözünürlükleri yüksektir. Daha çok gıdalarda asitliği düzenleyici olarak kullanılmaktadır (87).

Uzaklaştırılan smear tabakası miktarı, öncelikli olarak hangi solüsyonun uygulandığına, solüsyonun pH'sına ve temas süresine göre değişir (89). Kök kanal dentinine %50'lik sitrik asit uygulanan bir çalışmada; kanal dolgu maddesinin dentin tübüllerine çok daha iyi tutunduğu ve kullanılan güta perkanın kök kanallarına daha iyi adapte olduğu ileri sürülmüştür (88).

Birçok çalışmada kanalların mekanik preparasyonundan sonra %50'lik sitrik asit solüsyonu uygulanmış ve smear tabakasının etkin bir şekilde uzaklaştırıldığı gözlenmiştir (14, 90).

Wayman ve ark, %50'lik laktik asit solüsyonunun, %50'lik sitrik asit solüsyonu kadar etkin bir şekilde smear tabakasını uzaklaştıramadığını gözlemlemişlerdir (6). Sitrik asit kullanımının bir dezavantajı; kanallarda kristal yapılar şeklinde artıklar bırakmasıdır. Bunun sonucunda, dolgu aşamasında problemler oluşabilmektedir (6).

En iyi sonuçlar %10'luk sitrik asitin ardından %2.5'lik NaOCl kullanımı ve yine ardından %10'luk sitrik sıralaması ile meydana gelmiştir. %10'luk sitrik asit kullanımı, kök kanallarında preparasyon süresini nispeten azaltabilmektedir (69).

%5.25'lik NaOCl solüsyonunun ve %50 konsantrasyondaki sitrik asitin antimikrobiyal etkinlikleri karşılaştırıldığında, her iki maddenin de zorunlu anaerob mikroorganizmalara karşı germisidal etkili olduğu belirtilmiştir (65).

2.2.3. Maleik Asit

Zayıf bir asit olan maleik asit, organik asitler grubundandır. Moleküler formülü $C_4H_4O_4$ 'tür. Hafif bir kokusu olan maleik asit doğal fiber yapıların renklendirilmesinde ve bazı ürünlerin içerisinde katkı maddesi olarak kullanılır. Beyaz saydam kristal yapıdadır. Hidrofilik bir molekül olup, su içerisinde iyi derecede çözünür. Isıtıldığında ortama irrite edici kötü kokulu bir gaz salar. İnhalasyonundan sakınılmalıdır zira, solunum yollarında tahrişe sebebiyet verebilir. Göz ve cilde temasından sakınılmalıdır (91).

Maleik asit, daha çok adeziv diş hekimliğinde kullanım alanı bulmuştur. Pürüzlendirici ajan olarak kullanılır. Kök kanal tedavisinde final irrigasyon solüsyonu olarak %7'lik konsantrasyonda maleik asitin kök kanalları içerisine 1 dakika süreyle uygulanması ile aynı sürede %17'lik EDTA uygulanmasının karşılaştırıldığı bir çalışmada, apikal bölgede smear tabakasının kaldırılmasında %7'lik maleik asitin daha etkili olduğu ve daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir (22).

Şelasyon ajanlarının dentin mikrosertliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada %17'lik EDTA ve %7'lik maleik asit 1 dakika süreyle dentin üzerine uygulanmıştır. Bu çalışmada, mikrosertliği düşürme açısından EDTA ve maleik asit arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Yüzey pürüzlülüğünde meydana getirdikleri artış göz önüne alınırsa, maleik asit yüzey pürüzlülüğünü EDTA'dan anlamlı düzeyde daha fazla artırmıştır (92).

Maleik asitin antimikrobiyal etkinliği oldukça yüksektir (93). %7'lik Maleik asit, kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyonuna, %17'lik EDTA ve %10'luk Sitrik asit ile benzer düzeyde etki eder (94).

2.3. Yüzey Sertliği

Kök kanal dentininin fiziksel özelliğini değerlendirirken göz önünde bulundurulması gereken bir diğer unsur da yüzey sertliğidir. Yüzey sertliği bir çok fiziksel ve kimyasal faktörden etkilenir (95).

Sağlam kök dentininin ortalama sertlik değeri 40 ila 75 kg/mm² arasında (vickers sertlik değeri) değişir. Kök dentininin sertlik değerleri belirgin olarak kanal lümeninden sement-dentin bağlantısına doğru yaklaşıldıkça artar. Kök dentininin apikal bölgesinde ise sertlik değerleri kökün koronal ve orta kısımlarına göre daha azdır (83).

Bu durumun tersine; kök kanal duvarlarının sertlik değerleri, genellikle değişkenlik göstermez ve kök kanal dentininin koronal bölgesinde ortalama 88.78 kg/mm², apikal bölgesinde ise ortalama 94.68 kg/mm² 'dir (96).

Sertlik, bir maddenin şekil değiştirici kuvvetlere karşı gösterdiği dirençtir (95). Yapılan testlerde, sertlik cihazının ucuna takılmış belirli şekillerde ve büyüklüklerde bir uç ile sertliği ölçülen maddenin üzerine belirlenen bir sürede, sabit bir kuvvet uygulanır. Oluşan iz derinliği ve alanı özel formüllerle hesaplanarak maddenin sertliği ölçülür (95).

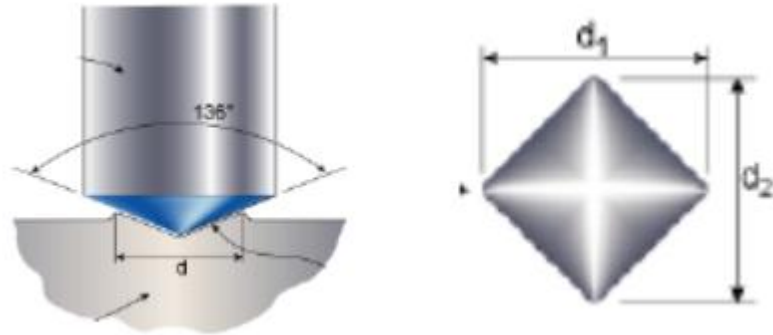
Maddenin sertlik değeri cihaz ucunun oluşturduğu iz derinliği ile ters orantılıdır. İz boyutları küçükse, madde serttir ve cihazın ucu bu sertlikten ötürü madde yüzeyine fazla gömülemediği, aksine iz derin ve büyükse maddenin sertliği az anlamına gelir. Sertlik ölçüm değerleri hesaplanırken kuvvet/alan formülü kullanılır (95).

Sertlik ölçümü için çeşitli test yöntemleri geliştirilmiştir. Çoğunlukla Vickers, Brinell, Shore, Knoop ve Rockwell sertlik ölçüm yöntemleri kullanılır. Bu testlerde küresel veya piramidal şekilli ve genellikle elmas uçlar kullanılır (Şekil 3) (97, 98).

Test	Uç	İz şekilleri	Ölçüm	Sonuç birimi
Brinell	Küresel çelik uç	○	İz alanı	BHN
Knoop	Elmas uç	◇	İz alanı	KHN
Rockwell	Küresel çelik uç	○	İz derinliği	Rockwell
Vickers	Elmas uç	◇	İz alanı	VHN

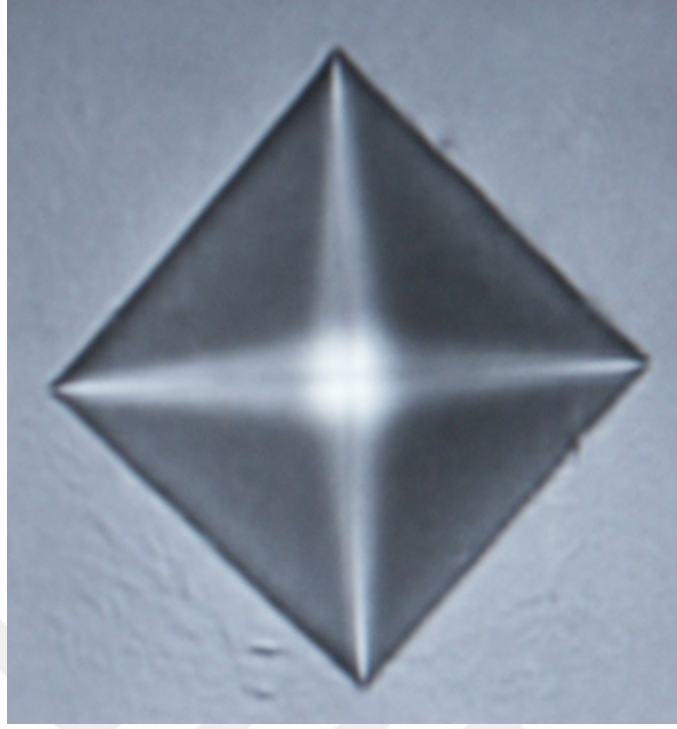
Şekil 3: Sertlik test yöntemleri (95)

Bu uç önceden belirlenmiş olan bir sürede ve yük değerinde materyal üzerindeki düz bir alana baskı yapar ve deney materyalinin baskıya karşı gösterdiği dirence karşılık bir değer ölçülür. Bu değer cihaz ucunun materyal üzerinde bıraktığı izin boyutları hesaplanarak ölçülür. Sertlik cihazı, materyal üzerinde oluşan iz boyutlarını hesapladıktan sonra bir sertlik değeri tayin eder. Maddenin sertliği fazlaysa sertlik değeri de fazladır. Ölçümlerde bir kaç ölçüm yapıp bu değerlerin ortalaması alınarak ortalama bir sertlik değeri elde edilir (99). Cihazın piramit şekilli elmas ucunun yüzeyleri arasında 136 derecelik bir açı bulunmaktadır. Vickers mikrosertlik test cihazının uç şekli (Şekil 4)'te şematize edilmiştir.



Şekil 4: Vickers mikrosertlik test cihazının uç şeklinin şematize edilmesi. d_1 = birinci köşegenin uzunluğu, d_2 =ikinci köşegenin uzunluğu (97)

Materyal yüzeyinde kuvvet uygulandıktan sonra kare şekilli bir iz oluşturmaktadır (Şekil 5) (100).



Şekil 5: Vickers mikrosertlik test cihazının piramit şekilli elmas ucunun dişler üzerinde bıraktığı izin cihaz ekranındaki görüntüsü (98)

Bu kare şeklinin köşegenlerinin uzunlukları, cihaza monte halde bulunan bir mikroskop yardımıyla hesaplanır ve bir ölçüm ekranına aktarılır. Daha sonra belirli bir formülle, bu uzunluk değerlerinden bir sertlik değeri bulunur (95).

Vickers sertlik değerinin birimi VHN'dir. Uygulanan kuvvet F , iz alanı D^2 olarak belirtilir ve vickers sertlik değeri, $VHN=1.854 (F/D^2)$ formülü ile hesaplanır (98).

$$\text{Vickers Sertlik değeri } VHN = \text{Katsayı} \times \frac{\text{Test Yüğü (F)}}{\text{İz Alanı (A)}} = N/mm^2 \quad (98)$$

$$VHN = \frac{2P \sin \frac{\theta}{2}}{d^2} = \frac{1.854P}{d^2} \quad (98)$$

Brinell ve Rockwell testlerinde yuvarlak bilye şeklinde bir uç kullanılırken, knoop ve vickers testlerinde piramidal uç kullanılır (100).

Vickers testi daha çok Brinell'e benzer yalnız tek farkı uç şekilleridir. Vickers daha rijit materyallerin sertlik ölçümlerinde ve daha hassas ölçüm yapılmak istendiğinde tercih edilir (101). Mikrosertlik testi yapılırken çoğunlukla tercih edilen kuvvet aralığı, 100 ile 500 gr aralığıdır (102).

Vickers sertlik testinin avantajları; elmas piramidal bir ucu olmasından dolayı ucun kolay bir şekilde bozulmaması, yüksek hassasiyet oranı ile tüm yüzeyler ve deney materyallerinde uygulanabilmesi ve doğruluk oranının yüksekliği sayılabilir (103).

2.4. Yüzey Pürüzlülüğü

Bazı irrigasyon solüsyonlarının kök kanal dentini yüzeyine uygulanmasıyla beraber smear tabakası ortamdan uzaklaştırıldığında, dentin tübülleri ve kollajen yapılar belirgin bir şekilde ortaya çıkar ve yüzey pürüzlülüğü artar. Bu durum adeziv materyallerin mikromekanik bağlanmasında klinik açıdan faydalı olabilir, zira yüzeydeki düzensizliklerin varlığı kanal patlarının yüzeye mekanik bağlantısı açısından gereklidir (67).

Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir. Dental materyaller taramalı elektron mikroskobu ile taranarak yüzeylerinin üç boyutlu topografyaları hakkında bir değerlendirme yapılabilir. Atomik elektron mikroskobuyla tarama metodu güncel olarak dental yüzeylerin pürüzlülüğünün analizinde kullanılmaktadır (104).

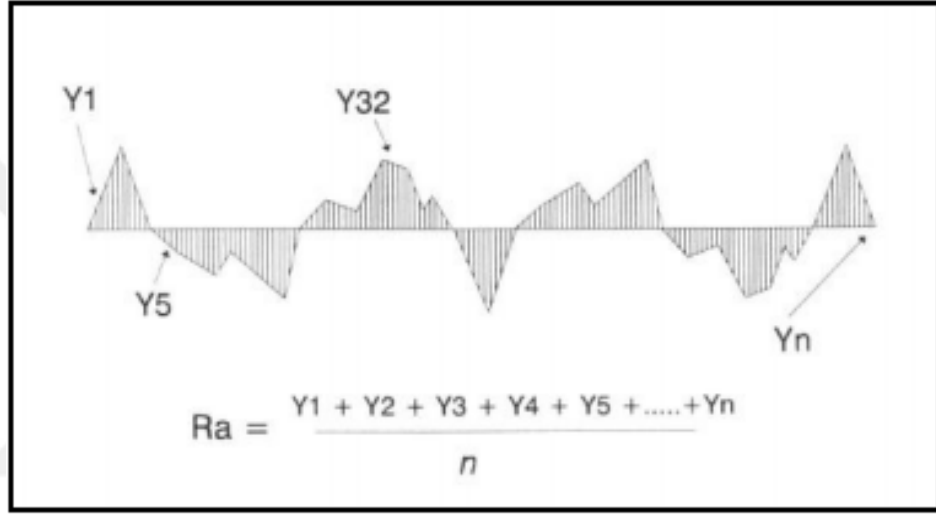
Yüzey pürüzlülüğünü ölçen profilometre cihazının elmas tarayıcı bir uç kısmı vardır. Bu uç örneğin yüzeyinde gezinir ve elde ettiği pürüzlülük sonuçlarını bir bilgisayara aktararak dijital ortama kaydeder (105).

Pürüzlülük ölçümü yapılırken bir çok parametreden faydalanılır. Bunlar arasında Ra, Rz, Rpm, Rz:Rpm, Rt, Rp, Rmr, Rpc, Rsm, Rz1max, Rsk gibi bir çok parametre sayılabilir. En çok kullanılanları Ra, Rz ve Rpm'dir (106).

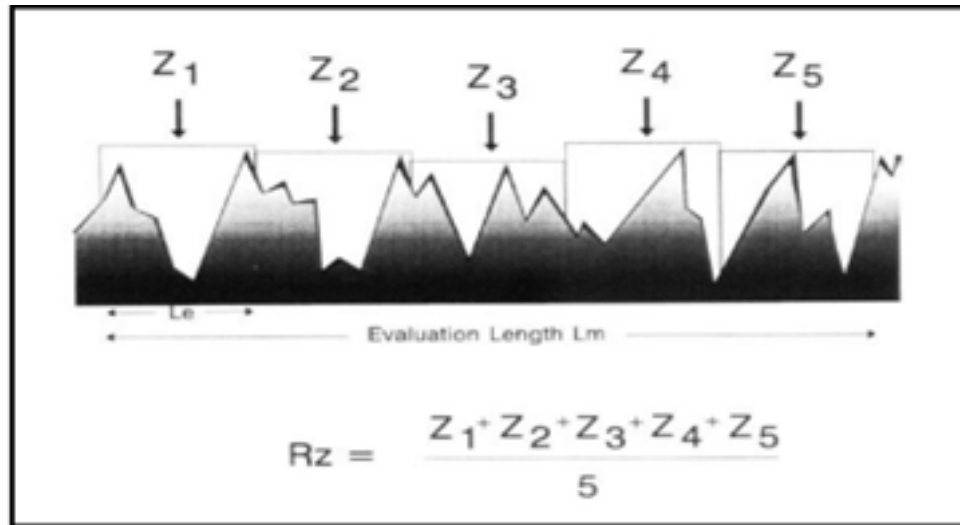
Ra parametresi, ortalama pürüzlülük değeri olarak bildirilmiştir. Pürüzlülük uzaklıklarının merkezden geçen çizgiye olan mesafeleri hesaplanıp matematiksel

olarak ortalamaları alınır ve ortalama pürüzlülük yani Ra değeri bulunur (Şekil 6) (106).

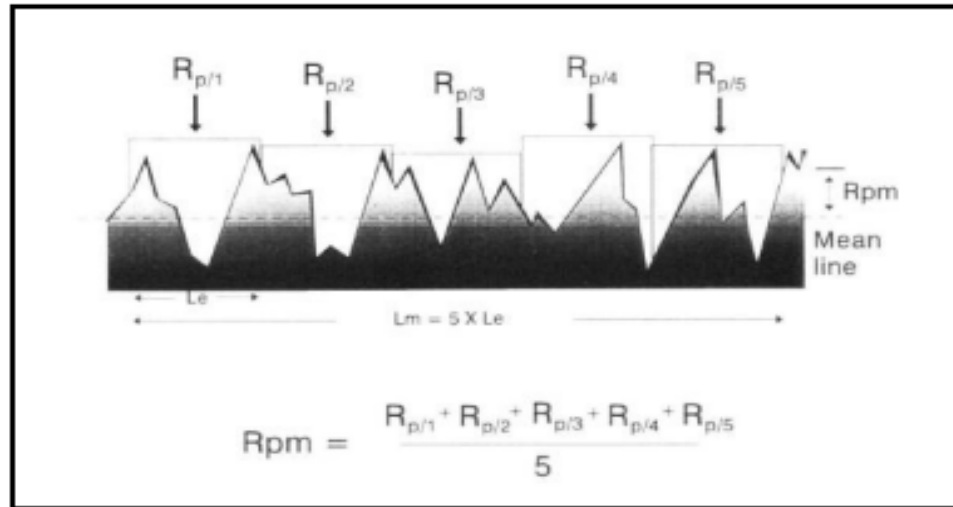
Rz yüzey pürüzlülüğü parametresinin hesaplanması ise ardı sıra gelen 5 veya daha fazla dalganın tepe yükseklikleri ve vadi derinlikleri toplanıp dalga sayısına bölünmesi ile yapılır (Şekil 7). Rpm parametresi ise ardı sıra gelen 5 dalganın ana derinlik düzeyi olarak belirtilmiştir (Şekil 8) (107).



Şekil 6: Ra parametresi diagramı (106)



Şekil 7: Rz parametresi diagramı (106)



Şekil 8: Rpm parametresi diagramı (106)

Güncel çalışmalara göre şelasyon ajanları ile irrigasyon yapılan dişlerde dentin mikrosertliğinin azalması ve yüzey pürüzlülüğünün artması gibi bazı yapısal değişimler olmaktadır. Bu etkiler, şelasyon ajanlarının demineralize edici etkisinden dolayı oluşmaktadır (67).

Şelasyon solüsyonlarının yaptığı bu yapısal değişiklikler dentinde yumuşamaya ve dolayısıyla dentin direncinin azalmasına sebep olurken, yüzeydeki düzensizliklerin artmış olması, kök kanal dolgu maddelerinin dentine adezyonunu artırıcı etki yapar (108).

Kök kanallarına bakteri sızıntısının önlenmesi ve başarılı bir kanal tedavisi yapmak için kök kanal sisteminin sızdırmaz bir şekilde tıkanması gerekmektedir. Dentin pürüzlülüğünü artıran aynı zamanda mikrosertliği de çok fazla azaltmayan bir şelasyon solüsyonunun kullanımının başarıyı artırdığı bildirilmektedir (109).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma; Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalında tasarlanmış olup çalışmanın deneyleri yine bu üniversitede yapılmıştır. Yüzey pürüzlülüğü analizleri; İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalında ve yüzey mikrosertlik analizleri İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı laboratuvarlarında yapılmıştır. Bu çalışmanın istatistiksel analizi ise Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalında yapılmıştır.

Bu çalışmada, farklı şelasyon ajanlarının kök kanal dentininin mikrosertliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri incelenmiştir.

3.1. Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Çalışmamızda, her iki cinsiyetten yaş aralığı 25 ile 50 arasında olan hastalardan periodontal nedenlerle çekilmiş, 60 adet maksiller kesici diş kullanılmıştır. Dişler seçilirken dişlerin benzer morfolojide olmalarına, köklerin benzer uzunlukta olmasına, dişlerde herhangi bir çatlak, kırık veya çürük olmamasına ve herhangi bir restoratif veya endodontik tedavi görmemiş olmasına dikkat edilmiştir.

Dişlerin periapikal filmleri çekilmiş olup herhangi bir kök kanal kalsifikasyonu, iç ya da dış rezorpsiyon olup olmadığına bakılarak problemliler elenmiş ve birbirine yakın kök kanal genişliği olan dişler seçilmiştir.

Dişlerin kök yüzeylerindeki yumuşak doku artıkları keskin bir periodontal kretuvar ile temizlenmiş ve dişler kullanılacağı zamana kadar steril salin solüsyonunda +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

Dişlerin pulpaları bir tirnerf (Mani Inc-Tochigi Ken, Utsunomiya-shi, Japan) yardımıyla ekstirpe edildikten sonra, kron kısımları distile su soğutması altında

sement mine sınırından yüksek devirli bir elmas frez (Diatec, Coltene AG, Switzerland) ile köklerinden ayrılmıştır.

Kron kısımlarının uzaklaştırılmasının ardından kökler, distile su soğutması altında düşük hızlı elmas separe (Isomet, Buehler Ltd., Lake Bluff, NY, USA) ile servikalden başlayıp apikale ilerleyecek şekilde vertikal olarak ikiye ayrılmıştır. Dişler bukkal ve lingual segmentlere ayrılmış olup, toplamda 120 parça numune elde edilmiştir.

Elde edilen örnekler yatay bir biçimde dentin kısımları açıkta kalacak şekilde otopolimerize akriliğe her bir blokta 10 numune olacak şekilde gömülmüştür (Resim 1). Gömülen örneklerin açıkta kalan dentin yüzeyleri, yüzeyde bulunabilecek herhangi bir düzensizliği veya dentin çapağını ortadan kaldırmak için, artan gren numaralarına göre (500, 800, 1000, 1200 grit) su zımparası (Shor International Corporation, Mt. Vernon, NY, USA) ile distile su altında zımparalanıp düzeltilmiştir. En son yüzey parlatması ise 0.1 µm alumina süspansiyon polisaj patı (Ultra-Sol R, Eminess Technologies Inc., Monroe, NC, USA) ve keçe diskler ile yapılmıştır.

Hazırlanan bloklar M ve Y gruplarına ayrılmıştır. M grubunda mikrosertlik, Y grubunda ise yüzey pürüzlülüğü incelenmiştir (Tablo 1). M ve Y grupları da kendi içinde M1, M2, M3, M4 ve Y1, Y2, Y3, Y4 olmak üzere 4 alt gruba ayrılmıştır. Her alt gruptaki numune de ayrıca numaralandırılmıştır.

Tablo 1: Dişlerin gruplandırılması

GRUPLAR	M Grubu (Mikrosertlik)	Diş Sayısı	Y Grubu (Yüzey Pürüzlülüğü)	Diş Sayısı
%17'lik Jel EDTA	M1	15	Y1	15
%17'lik Likit EDTA	M2	15	Y2	15
%20'lik Sitrik asit	M3	15	Y3	15
%7'lik Maleik asit	M4	15	Y4	15

M grubundaki numuneler vickers sertlik testi ile dentin mikrosertliğini değerlendirmek için kullanılmıştır. Her bir bloktaki numunelerin şelasyon ajanları uygulanmadan önce ortalama mikrosertlik değerleri Vickers mikrosertlik ölçüm cihazı (Shimadzu HMV-2, Japan) kullanılarak tespit edilmiştir.

Her bir numuneye kök kanal duvarına 0.5 mm mesafeden, kökün servikal üçlüsü, orta üçlüsü ve apikal üçlüsünden birer ölçüm olmak üzere 300 gr'lık kuvvet 20 saniye boyunca uygulanmış ve bu üç değerın ortalaması alınarak, ortalama bir başlangıç mikrosertlik değeri saptanmıştır.

M1 grubuna %17'lik Jel EDTA (i-EDTA, Medicinos Linja UAB, Lithuania) (Resim 3), M2 grubuna %17'lik Likit EDTA (Prime Dental Products, PVT, Ltd., India) (Resim 4), M3 grubuna %20'lik Sitrik asit (Ultradent Products, Inc., South Jordan, Utah, USA) (Resim 5) ve M4 grubuna %7'lik Maleik asit (Dicle Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Diyarbakır, Türkiye) (Resim 6) 120 saniye boyunca uygulanmıştır.

Daha sonra numuneler distile su ile yıkanıp kurulanmıştır. İrrigasyon işlemi bittikten sonra her numunenin aynı bölgelerinden Vickers mikrosertlik ölçüm cihazı ile tekrar üçer dentin mikrosertlik ölçümü yapılmış ve ortalamaları final mikrosertlik değeri olarak kaydedilmiştir (Resim 7).

Y grubundaki numuneler, kök kanal dentininin yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için kullanılmıştır. Bütün örneklerin başlangıç yüzey pürüzlülüğü ölçümü, Surfrest pürüzlülük ölçüm cihazı (Mitutoyo SJ 310, Japan) (Resim 8) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Her numuneden 5 ölçüm yapılmış olup, her ölçüm uzunluğu 0.25 mm, prob hızı 0.5 mm/s olacak şekilde toplamda 1.25 mm uzunluğunda bir yüzey taranmıştır. Tespit edilen 5 değerin aritmetik ortalaması alınmış olup, elde edilen bu rakam örneğin başlangıç yüzey pürüzlülüğü değeri olarak kaydedilmiştir.

Y1 grubuna %17'lik Jel EDTA, Y2 grubuna %17'lik Likit EDTA, Y3 grubuna %20'lik Sitrik asit ve Y4 grubuna %7'lik Maleik asit 120 saniye boyunca uygulanmıştır. Daha sonra numuneler distile su ile yıkanıp kurulanmıştır. 2 dakikalık

bu şelasyon işlemleri bittikten sonra her numunenin yüzeyinden SurfTest pürüzlülük ölçüm cihazı ile tekrar beşer tarama yapılmış ve ortalamaları final yüzey pürüzlülüğü değeri olarak kaydedilmiştir.

Şelasyon solüsyonları ile uygulanan bu irrigasyon işleminin öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için ANOVA Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA One Way Analysis of Variance) kullanılmıştır.





Resim 1: Hazırlanmış numunelerin görüntüsü



Resim 2: Kullanılan şelasyon ajanlarının görüntüsü



Resim 3: %17'lik jel EDTA ile şelasyon işleminin görüntüsü



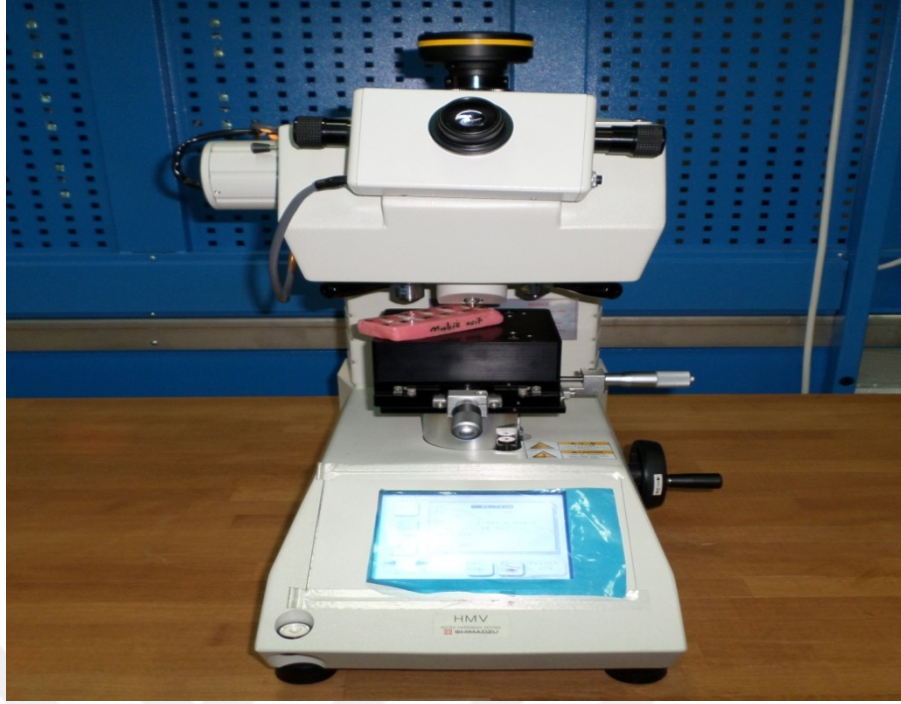
Resim 4: %17'lik likit EDTA ile şelasyon işleminin görüntüsü



Resim 5: %20'lik sitrik asit ile şelasyon işleminin görüntüsü



Resim 6: %7'lik maleik asit ile şelasyon işleminin görüntüsü



Resim 7: Vickers mikrosertlik testi cihazının görüntüsü



Resim 8: Yüzey pürüzlülüğü testi cihazının görüntüsü

4. BULGULAR

Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçların istatistiksel analizi; Dicle Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalında SPSS (Statistical Package for Social Sciences) statistics 21.0 for Windows paket programı kullanılarak yapıldı. Daha önceden tespit edilen mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü değerleri kullanıldı. Grupların ortalama başlangıç ve final değerleri arasındaki fark değerleri üzerinden bir istatistiksel analiz gerçekleştirildi. Yapılan istatistik çalışmasında grupların fark değerlerinin birbiriyle olan karşılaştırılmasında ANOVA Tek Yönlü Varyans Analizi (One Way Analysis of Variance ANOVA) kullanıldı. Grupların bazıları arasında anlamlı fark gözlenmezken ($p>0.05$), bazıları arasında anlamlı fark gözlendi ($p<0.05$).

Tüm gruplarda mikrosertlikte bir azalma gözlenirken (Tablo 2), yüzey pürüzlülüklerinde bir artış gözlendi (Tablo 11).

4.1. Mikrosertlik Test Sonuçları

Şelasyon solüsyonlarının uygulanmasından önceki ve sonraki mikrosertlik değerleri (tablo 3-6) ve fark verileri (tablo 7-10) ilgili tablolarda gösterilmiştir. Elde edilen bu verilerin fark değerlerinin istatistiksel analizine göre Tukey ikili karşılaştırma testi yapılmıştır. Buna göre;

- %17'lik Jel EDTA ile %17'lik Likit EDTA arasında mikrosertliği azaltma açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0,05$).
- %17'lik Jel EDTA ile %20'lik Sitrik Asit arasında mikrosertliği azaltma açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p<0,05$).
- %17'lik Jel EDTA ile %7'lik Maleik Asit arasında mikrosertliği azaltma bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p<0,05$).
- %17'lik Likit EDTA ile %20'lik Sitrik Asit arasında ve %17'lik Likit EDTA ile %7'lik Maleik asit arasında mikrosertliği azaltma açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p<0,05$).
- %20'lik Sitrik Asit ile %7'lik Maleik Asit arasında mikrosertliği azaltma açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p<0,05$).

Bulgulara göre %17'lik Likit EDTA ve %17'lik Jel EDTA uygulanmasından sonra, mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Mikrosertlikte en az azalmaya sebep olduğu görüldü.

%20'lik Sitrik asitin mikrosertlikte EDTA solüsyonlarından daha fazla azalmaya sebep olduğu ve %7'lik Maleik asitin ise mikrosertliği diğer solüsyonlardan daha fazla azalttığı görülmüştür. (Grafik 1).

Mikrosertliği azaltma kabiliyetleri bakımından bir sıralama yapılırsa şöyle bir sonuca ulaşılabilir:

$$LE=JE<SA<MA$$

Tablo 2: Şelasyon ajanlarının kök dentininin mikrosertliği üzerine etkisi

GRUPLAR	N	Başlangıç	Final	Fark
		Mikrosertlik Ortalama (HV)	Mikrosertlik Ortalama (HV)	Mikrosertlik Ortalama (HV)
%17'lik JEL EDTA	15	58,58	45,56	13,02
%17'lik LİKİT EDTA	15	61,45	50,16	11,29
%20'lik SİTRİK ASİT	15	57,21	41,78	15,43
%7'lik MALEİK ASİT	15	59,06	38,87	20,19

Tablo 3: %17'lik jel EDTA uygulamasından önceki ve sonraki mikrosertlik değerleri

JE Başlangıç	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama	JE Final	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
1	55.5	58.4	56.2	56.6	1	44.6	48.5	47.1	46.7
2	61.7	58.4	58.8	59.6	2	49.0	50.1	48.6	49.2
3	61.4	62.2	64.9	62.8	3	49.6	48.8	51.7	50.0
4	54.2	53.9	55.0	54.3	4	40.1	38.1	41.8	40.0
5	53.0	55.4	57.0	55.1	5	40.4	38.3	36.8	38.5
6	52.9	59.3	58.6	56.9	6	40.1	43.3	44.9	42.7
7	61.6	60.3	58.7	60.2	7	48.1	46.4	44.7	46.4
8	54.3	55.8	50.6	56.9	8	43.3	46.7	44.9	45.3
9	59.9	58.4	57.5	58.6	9	43.6	41.3	45.2	43.3
10	54.9	54.3	52.8	54.0	10	43.9	41.9	42.8	42.8
11	64.0	68.1	62.4	64.8	11	51.0	53.2	49.6	51.2
12	59.3	57.3	61.1	59.2	12	51.0	51.5	53.8	52.1
13	69.4	66.2	67.3	67.6	13	46.1	52.7	48.8	49.2
14	56.0	55.5	52.0	54.5	14	48.1	42.4	38.3	42.9
15	60.7	62.2	58.7	60.5	15	45.9	42.6	42.2	43.5

Tablo 4: %17'lik likit EDTA uygulamasından önceki ve sonraki mikrosertlik değerleri

LE Başlangıç	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama	LE Final	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
1	62.4	61.9	59.3	61.2	1	48.1	50.9	50.5	49.8
2	62.4	57.7	62.4	60.8	2	54.2	53.7	55.4	54.4
3	58.8	63.3	64.7	62.2	3	52.1	49.5	51.0	50.8
4	61.1	62.0	58.7	60.6	4	43.0	46.1	47.3	45.4
5	61.1	57.0	57.9	58.6	5	49.9	50.6	45.6	48.7
6	62.3	61.9	62.6	62.2	6	48.9	54.2	55.7	52.9
7	66.1	70.1	67.9	68.0	7	50.8	53.6	57.5	53.9
8	65.7	58.3	62.3	62.1	8	50.6	47.3	51.3	49.7
9	62.3	59.8	66.2	62.7	9	51.4	53.2	50.6	53.1
10	64.0	64.5	59.8	62.7	10	51.2	52.3	54.9	52.8
11	62.7	58.6	59.6	60.3	11	48.5	45.7	50.5	48.2
12	59.7	62.9	63.4	62.0	12	48.1	45.5	52.2	48.6
13	62.3	64.9	61.4	62.8	13	53.2	54.1	50.7	52.6
14	58.7	63.7	62.0	61.4	14	44.4	53.4	52.4	50.0
15	58.0	59.2	63.4	60.2	15	44.4	40.8	42.1	42.4

Tablo 5: %20'lik sitrik asit uygulamasından önceki ve sonraki mikrosertlik değerleri

SA Başlangıç	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama	SA Final	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
1	58.3	59.0	59.4	58.9	1	35.5	36.7	41.7	37.9
2	59.4	55.5	55.8	56.9	2	40.7	40.6	42.0	41.1
3	53.8	55.4	55.9	55.0	3	38.1	42.9	40.2	40.4
4	65.3	61.2	68.5	65.0	4	45.2	42.0	49.3	45.5
5	59.1	57.7	56.8	57.8	5	36.9	38.4	42.9	39.4
6	55.7	59.9	56.6	57.4	6	35.7	34.4	38.5	36.2
7	55.1	58.3	53.3	55.5	7	43.3	42.6	41.0	42.3
8	58.4	53.3	57.6	56.4	8	38.5	41.6	43.3	41.1
9	63.4	58.3	58.6	60.1	9	46.3	42.1	44.2	44.2
10	53.1	55.6	52.9	53.8	10	43.7	38.7	42.4	41.6
11	52.2	58.4	59.6	56.7	11	43.7	40.7	42.4	42.2
12	61.1	57.6	56.1	58.2	12	39.1	46.6	42.2	42.6
13	61.2	58.2	55.5	58.3	13	43.3	45.2	43.8	44.1
14	59.3	56.9	58.7	58.3	14	38.8	42.8	44.7	42.1
15	67.7	61.0	65.9	64.8	15	48.8	45.3	43.3	45.8

Tablo 6: %7'lik maleik asit uygulamasından önceki ve sonraki mikrosertlik değerleri

MA Başlangıç	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama	MA Final	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
1	58.9	57.3	59.9	58.7	1	34.7	40.8	37.9	37.8
2	56.5	62.4	58.8	59.2	2	40.6	34.1	40.5	38.4
3	58.8	59.9	58.0	58.9	3	41.2	33.5	35.4	36.7
4	52.4	53.6	54.9	53.6	4	33.2	32.7	34.3	33.4
5	59.8	59.2	62.6	60.5	5	41.1	40.4	41.3	40.9
6	62.6	61.5	62.5	62.2	6	40.4	42.6	39.3	40.7
7	61.6	58.9	59.7	60.0	7	40.7	42.1	41.7	41.5
8	60.0	58.8	59.6	59.4	8	42.7	39.0	41.1	40.9
9	58.6	59.7	57.5	58.6	9	39.1	37.2	40.7	39.0
10	57.2	59.7	57.9	58.2	10	41.1	36.8	43.2	40.3
11	56.7	54.5	58.0	56.4	11	39.2	36.6	38.4	38.0
12	55.6	57.7	58.3	57.2	12	36.2	40.2	41.9	39.4
13	59.8	57.5	61.2	59.5	13	40.0	37.9	39.2	39.0
14	62.1	64.3	65.1	63.8	14	38.3	42.2	43.0	41.1
15	58.3	58.7	61.0	59.3	15	34.5	36.3	35.8	35.5

Tablo 7: %17'lik jel EDTA'nın ortalama başlangıç, final ve fark mikrosertlik değerleri

Jel EDTA	Başlangıç Ortalama	Final Ortalama	Ortalama Fark
1	56.6	46.7	9,97
2	59.6	49.2	10,40
3	62.8	50.0	12,80
4	54.3	40.0	14,37
5	55.1	38.5	16,63
6	56.9	42.7	14,16
7	60.2	46.4	13,80
8	56.9	45.3	11,93
9	58.6	43.3	15,23
10	54.0	42.8	11,13
11	64.8	51.2	13,56
12	59.2	52.1	7,13
13	67.6	49.2	18,43
14	54.5	42.9	11,57
15	60.5	43.5	16,96

Tablo 8: %17'lik likit EDTA'nın ortalama başlangıç, final ve fark mikrosertlik değerleri

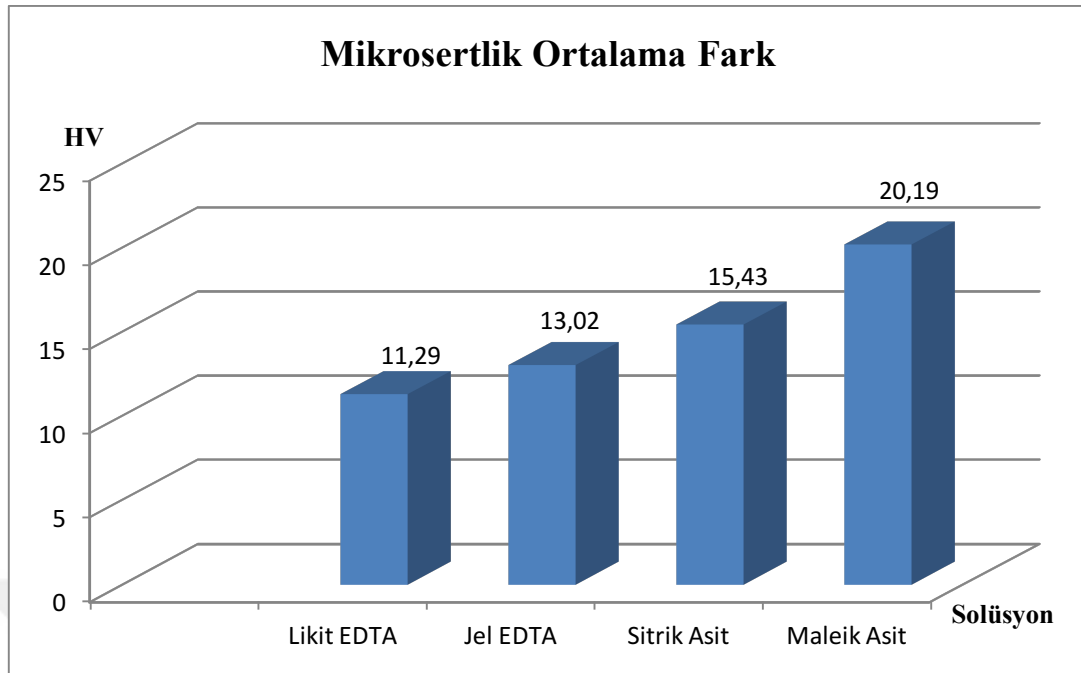
Likit EDTA	Başlangıç Ortalama	Final Ortalama	Ortalama Fark
1	61.2	49.8	11,37
2	60.8	54.4	6,40
3	62.2	50.8	11,40
4	60.6	45.4	15,13
5	58.6	48.7	9,97
6	62.2	52.9	9,34
7	68.0	53.9	14,30
8	62.1	49.7	12,37
9	62.7	53.1	11,04
10	62.7	52.8	9,97
11	60.3	48.2	12,07
12	62.0	48.6	13,40
13	62.8	52.6	10,20
14	61.4	50.0	11,40
15	60.2	42.4	17,77

Tablo 9: %20'lik sitrik asitin ortalama başlangıç, final ve fark mikrosertlik değerleri

Sitrik Asit	Başlangıç Ortalama	Final Ortalama	Ortalama Fark
1	58.9	37.9	20,93
2	56.9	41.1	15,80
3	55.0	40.4	14,63
4	65.0	45.5	11,71
5	57.8	39.4	18,47
6	57.4	36.2	21,20
7	55.5	42.3	13,27
8	56.4	41.1	15,30
9	60.1	44.2	15,90
10	53.8	41.6	12,27
11	56.7	42.2	14,46
12	58.2	42.6	15,64
13	58.3	44.1	14,20
14	58.3	42.1	16,20
15	64.8	45.8	19,00

Tablo 10: %7'lik maleik asitin ortalama başlangıç, final ve fark mikrosertlik değerleri

Maleik Asit	Başlangıç Ortalama	Final Ortalama	Ortalama Fark
1	58.7	37.8	20,90
2	59.2	38.4	20,83
3	58.9	36.7	22,20
4	53.6	33.4	20,23
5	60.5	40.9	19,60
6	62.2	40.7	21,43
7	60.0	41.5	18,57
8	59.4	40.9	18,54
9	58.6	39.0	19,60
10	58.2	40.3	17,90
11	56.4	38.0	18,33
12	57.2	39.4	17,77
13	59.5	39.0	20,47
14	63.8	41.1	22,46
15	59.3	35.5	23,80



Grafik 1: Solüsyonların mikrosertlik fark verilerinin analiz grafiği

4.2. YüzeY Pürüzlülüğü Test Sonuçları

Şelasyon solüsyonlarının uygulanmasından önceki ve sonraki yüzeY pürüzlülüğü değerleri, ilgili tablolarda (12-15) ve fark verileri tablo (16-19)'da gösterilmiştir. Elde edilen bu verilerin fark değerlerinin istatistik analizine göre, Tukey ikili karşılaştırma testi yapılmıştır. Buna göre;

- %17'lik Jel EDTA ile %17'lik Likit EDTA arasında ve %17'lik Jel EDTA ile %7'lik Maleik Asit arasında dentin yüzeYini pürüzlendirme açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p < 0,05$).
- %17'lik Jel EDTA ile %20'lik Sitrik Asit arasında yüzeY pürüzlülüğünü artırma açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$).
- %17'lik Likit EDTA ile %20'lik Sitrik Asit arasında ve %17'lik Likit EDTA ile %7'lik Maleik Asit arasında dentin yüzeYini pürüzlendirme açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p < 0,05$).
- %20'lik Sitrik Asit ile %7'lik Maleik Asit arasında yüzeY pürüzlülüğünü artırma açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p < 0,05$).

Kök dentin yüzeyini en az pürüzlendiren solüsyon %17'lik Likit EDTA solüsyonu olmuştur. %17'lik Jel EDTA ve %20'lik Sitrik asit istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir fark gözlenmiştir. %17'lik Likit EDTA'dan daha fazla dentin yüzey pürüzlülüğüne neden olurken, pürüzlülük değerini en fazla artıran solüsyon ise %7'lik Maleik asit olmuştur.

Yüzey pürüzlülüğünü artırma kabiliyetleri bakımından bir sıralama yapılırsa şöyle bir sonuca ulaşılabilir:

$$LE < JE = SA < MA$$

Tablo 11: Şelasyon ajanlarının kök dentininin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi

GRUPLAR	N	Başlangıç	Final	Fark
		Pürüzlülük Ortalama (µm)	Pürüzlülük Ortalama (µm)	Pürüzlülük Ortalama (µm)
%17'lik JEL EDTA	15	0,171	0,358	0,187
%17'lik LİKİT EDTA	15	0,186	0,315	0,129
%20'lik SİTRİK ASİT	15	0,194	0,399	0,205
%7'lik MALEİK ASİT	15	0,221	0,526	0,305

Tablo 12: %17'lik jel EDTA şelasyonundan önceki ve sonraki pürüzlülük değerleri

JE Başlangıç	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	Ortalama	JE Final	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	Ortalama
1	0.195	0.125	0.139	0.155	0.158	0.154	1	0.317	0.298	0.346	0.357	0.476	0.358
2	0.123	0.152	0.139	0.132	0.136	0.136	2	0.297	0.399	0.347	0.345	0.435	0.364
3	0.232	0.124	0.107	0.197	0.103	0.152	3	0.333	0.348	0.257	0.327	0.338	0.320
4	0.173	0.229	0.201	0.172	0.179	0.190	4	0.407	0.475	0.464	0.422	0.379	0.429
5	0.185	0.148	0.222	0.129	0.182	0.173	5	0.354	0.337	0.333	0.413	0.462	0.379
6	0.162	0.188	0.161	0.194	0.174	0.175	6	0.402	0.316	0.355	0.300	0.340	0.342
7	0.166	0.192	0.165	0.208	0.193	0.184	7	0.335	0.335	0.364	0.318	0.265	0.323
8	0.220	0.158	0.201	0.128	0.214	0.184	8	0.360	0.325	0.425	0.317	0.382	0.361
9	0.135	0.190	0.177	0.174	0.202	0.175	9	0.372	0.357	0.322	0.349	0.334	0.346
10	0.144	0.163	0.213	0.210	0.185	0.183	10	0.406	0.423	0.395	0.387	0.306	0.383
11	0.168	0.228	0.209	0.211	0.174	0.198	11	0.342	0.461	0.335	0.325	0.380	0.368
12	0.219	0.215	0.128	0.212	0.159	0.186	12	0.314	0.386	0.418	0.392	0.402	0.382
13	0.230	0.154	0.226	0.181	0.208	0.199	13	0.391	0.347	0.391	0.331	0.287	0.349
14	0.107	0.110	0.106	0.108	0.118	0.109	14	0.319	0.315	0.400	0.341	0.299	0.334
15	0.185	0.148	0.184	0.176	0.130	0.164	15	0.345	0.344	0.367	0.284	0.299	0.327

Tablo 13: %17'lik likit EDTA şelasyonundan önceki ve sonraki pürüzlülük değerleri

LE Başlangıç	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	Ortalama	LE Final	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	Ortalama
1	0.146	0.132	0.151	0.219	0.180	0.165	1	0.258	0.276	0.273	0.346	0.333	0.297
2	0.252	0.168	0.281	0.160	0.246	0.221	2	0.325	0.348	0.382	0.262	0.338	0.331
3	0.288	0.202	0.217	0.279	0.214	0.240	3	0.356	0.354	0.325	0.342	0.301	0.335
4	0.237	0.218	0.183	0.215	0.182	0.207	4	0.340	0.332	0.349	0.289	0.316	0.325
5	0.223	0.271	0.209	0.189	0.101	0.198	5	0.326	0.298	0.223	0.289	0.294	0.286
6	0.101	0.115	0.139	0.205	0.110	0.134	6	0.324	0.302	0.313	0.342	0.317	0.319
7	0.128	0.127	0.120	0.105	0.145	0.125	7	0.327	0.259	0.287	0.295	0.240	0.281
8	0.173	0.118	0.232	0.144	0.163	0.166	8	0.326	0.247	0.337	0.274	0.287	0.294
9	0.160	0.168	0.206	0.180	0.151	0.173	9	0.284	0.297	0.284	0.302	0.269	0.287
10	0.202	0.174	0.168	0.188	0.165	0.179	10	0.282	0.276	0.299	0.265	0.302	0.284
11	0.189	0.165	0.239	0.204	0.207	0.200	11	0.373	0.300	0.327	0.419	0.396	0.363
12	0.208	0.203	0.192	0.190	0.149	0.188	12	0.305	0.337	0.323	0.353	0.321	0.327
13	0.224	0.200	0.190	0.208	0.240	0.212	13	0.312	0.325	0.312	0.407	0.372	0.345
14	0.191	0.174	0.223	0.177	0.223	0.197	14	0.345	0.331	0.365	0.335	0.322	0.339
15	0.165	0.156	0.173	0.243	0.176	0.182	15	0.326	0.334	0.318	0.283	0.305	0.313

Tablo 14: %20'lik sitrik asit şelasyonundan önceki ve sonraki pürüzlülük değerleri

SA Başlangıç	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	Ortalama	SA Final	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	Ortalama
1	0.143	0.125	0.103	0.172	0.137	0.136	1	0.423	0.309	0.337	0.381	0.319	0.353
2	0.151	0.198	0.114	0.103	0.146	0.142	2	0.397	0.311	0.305	0.396	0.319	0.345
3	0.164	0.153	0.214	0.122	0.167	0.164	3	0.395	0.475	0.359	0.382	0.391	0.400
4	0.244	0.249	0.287	0.214	0.223	0.243	4	0.406	0.505	0.508	0.450	0.365	0.446
5	0.272	0.265	0.271	0.277	0.263	0.269	5	0.616	0.623	0.610	0.568	0.602	0.603
6	0.216	0.239	0.224	0.212	0.223	0.222	6	0.426	0.440	0.360	0.472	0.519	0.443
7	0.229	0.230	0.226	0.225	0.233	0.228	7	0.375	0.399	0.470	0.469	0.382	0.419
8	0.229	0.216	0.208	0.197	0.151	0.200	8	0.366	0.372	0.356	0.355	0.306	0.351
9	0.231	0.224	0.237	0.226	0.233	0.230	9	0.490	0.397	0.321	0.361	0.317	0.377
10	0.200	0.211	0.223	0.214	0.229	0.215	10	0.386	0.374	0.385	0.314	0.300	0.351
11	0.164	0.138	0.142	0.135	0.143	0.144	11	0.332	0.334	0.324	0.330	0.348	0.333
12	0.221	0.157	0.172	0.158	0.155	0.172	12	0.450	0.351	0.392	0.373	0.389	0.391
13	0.153	0.234	0.174	0.169	0.153	0.176	13	0.501	0.434	0.436	0.431	0.460	0.452
14	0.245	0.216	0.227	0.218	0.195	0.220	14	0.431	0.464	0.514	0.352	0.462	0.444
15	0.167	0.116	0.199	0.178	0.115	0.155	15	0.483	0.450	0.487	0.508	0.501	0.485

Tablo 15: %7'lik maleik asit şelasyonundan önceki ve sonraki pürüzlülük değerleri

MA Başlangıç	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	Ortalama	MA Final	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	Ortalama
1	0.230	0.206	0.177	0.216	0.227	0.211	1	0.415	0.545	0.729	0.634	0.662	0.597
2	0.231	0.239	0.220	0.234	0.219	0.228	2	0.516	0.545	0.543	0.532	0.579	0.543
3	0.246	0.262	0.218	0.239	0.235	0.240	3	0.616	0.598	0.555	0.539	0.499	0.561
4	0.243	0.234	0.177	0.245	0.181	0.196	4	0.617	0.498	0.489	0.532	0.615	0.550
5	0.210	0.241	0.244	0.250	0.221	0.233	5	0.553	0.599	0.560	0.557	0.554	0.564
6	0.217	0.227	0.180	0.231	0.239	0.218	6	0.629	0.525	0.548	0.507	0.519	0.545
7	0.176	0.120	0.121	0.141	0.149	0.141	7	0.423	0.490	0.474	0.485	0.480	0.470
8	0.148	0.163	0.101	0.157	0.139	0.141	8	0.515	0.459	0.470	0.440	0.474	0.471
9	0.188	0.239	0.243	0.180	0.260	0.222	9	0.499	0.595	0.502	0.530	0.511	0.527
10	0.199	0.157	0.233	0.249	0.189	0.185	10	0.481	0.442	0.470	0.439	0.488	0.464
11	0.224	0.230	0.202	0.201	0.279	0.227	11	0.537	0.652	0.538	0.535	0.649	0.582
12	0.217	0.231	0.175	0.206	0.201	0.206	12	0.472	0.461	0.498	0.440	0.504	0.475
13	0.239	0.218	0.202	0.257	0.207	0.182	13	0.686	0.545	0.558	0.664	0.538	0.598
14	0.126	0.168	0.170	0.165	0.119	0.149	14	0.546	0.496	0.599	0.509	0.599	0.549
15	0.152	0.130	0.127	0.166	0.129	0.140	15	0.494	0.455	0.462	0.504	0.459	0.474

Tablo 16: %17'lik jel EDTA'nın ortalama başlangıç, final ve fark pürüzlülük değerleri

Jel EDTA	Final Ortalama	Başlangıç Ortalama	Ortalama Fark
1	0.358	0.154	0,2
2	0.364	0.136	0,23
3	0.320	0.152	0,17
4	0.429	0.190	0,24
5	0.379	0.173	0,21
6	0.342	0.175	0,17
7	0.323	0.184	0,14
8	0.361	0.184	0,18
9	0.346	0.175	0,17
10	0.383	0.183	0,2
11	0.368	0.198	0,17
12	0.382	0.186	0,2
13	0.349	0.199	0,15
14	0.334	0.109	0,22
15	0.327	0.164	0,16

Tablo 17: %17'lik likit EDTA'nın ortalama başlangıç, final ve fark pürüzlülük değerleri

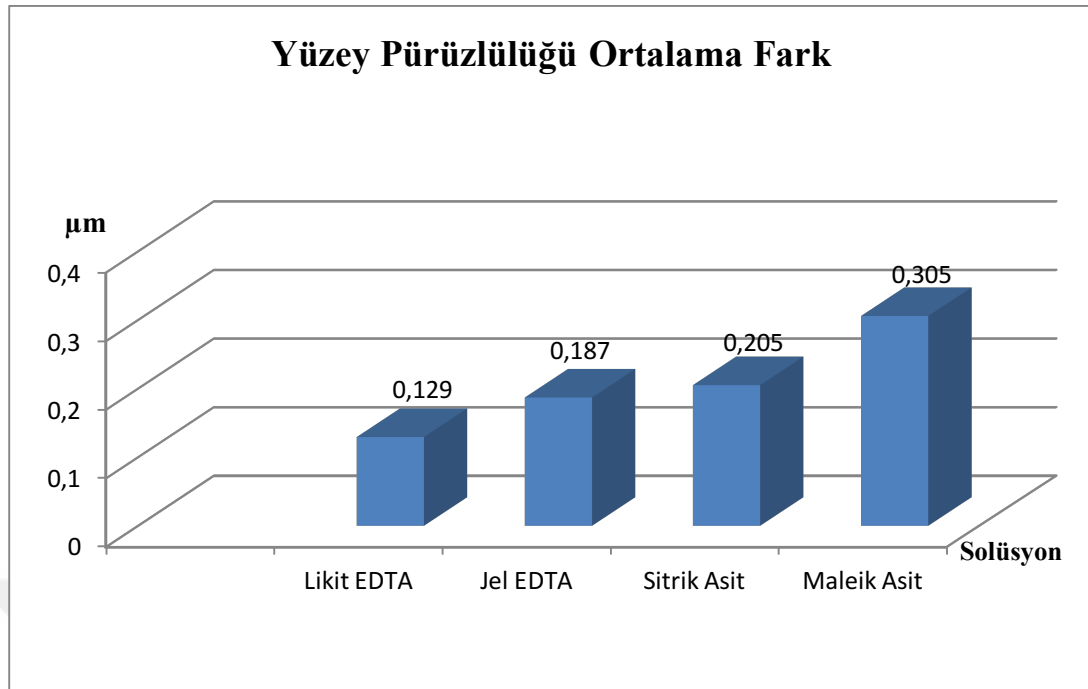
Likit EDTA	Final Ortalama	Başlangıç Ortalama	Ortalama Fark
1	0.297	0.165	0,13
2	0.331	0.221	0,11
3	0.335	0.240	0,1
4	0.325	0.207	0,12
5	0.286	0.198	0,09
6	0.319	0.134	0,19
7	0.281	0.125	0,16
8	0.294	0.166	0,13
9	0.287	0.173	0,11
10	0.284	0.179	0,11
11	0.363	0.200	0,16
12	0.327	0.188	0,14
13	0.345	0.212	0,13
14	0.339	0.197	0,14
15	0.313	0.182	0,13

Tablo 18: %20'lik sitrik asitin ortalama başlangıç, final ve fark pürüzlülük değerleri

Sitrik Asit	Final Ortalama	Başlangıç Ortalama	Ortalama Fark
1	0.353	0.136	0,22
2	0.345	0.142	0,2
3	0.400	0.164	0,24
4	0.446	0.243	0,2
5	0.603	0.269	0,13
6	0.443	0.222	0,22
7	0.419	0.228	0,19
8	0.351	0.200	0,15
9	0.377	0.230	0,15
10	0.351	0.215	0,14
11	0.333	0.144	0,19
12	0.391	0.172	0,22
13	0.452	0.176	0,28
14	0.444	0.220	0,22
15	0.485	0.155	0,33

Tablo 19: %7'lik maleik asitin ortalama başlangıç, final ve fark pürüzlülük değerleri

Maleik Asit	Final Ortalama	Başlangıç Ortalama	Ortalama Fark
1	0.597	0.211	0,39
2	0.543	0.228	0,31
3	0.561	0.240	0,32
4	0.550	0.196	0,33
5	0.564	0.233	0,33
6	0.545	0.218	0,33
7	0.470	0.141	0,25
8	0.471	0.141	0,25
9	0.527	0.222	0,31
10	0.464	0.185	0,26
11	0.582	0.227	0,36
12	0.475	0.206	0,27
13	0.598	0.182	0,3
14	0.549	0.149	0,33
15	0.474	0.140	0,25



Grafik 2: Solüsyonların yüzey pürüzlülüğü fark verilerinin analiz grafiği

5. TARTIŞMA

Kanal tedavisi işleminin başarılı olması için öncelikle iyi yapılmış bir preparasyon, yeterli irrigasyon, dezenfeksiyon ve oluşabilecek bakteriyel sızıntıları önleyerek üç boyutlu tıkama sağlayacak şekilde yapılmış bir kanal dolgusuna ihtiyaç vardır (2).

Sadece mekanik olarak preparasyon yapılması, dezenfeksiyon için yetersiz kalmaktadır (110). Bu sebeple, biyomekanik bir dezenfeksiyon yani mekanik temizlemenin yanında kimyasal solüsyonlarla irrigasyon yapılması, kanal tedavisinin en önemli aşamalarındandır (111).

Kök kanallarının biyomekanik şekillendirilmesi esnasında, organik ve inorganik debris ile kontaminasyon olmuşsa bakteriyel yapıların da eklenmesi ile amorf bir tabaka olan smear tabakası oluşur ve eĝenin temas ettiği dentin yüzeylerini kaplar (11, 112).

McComb ve Smith smear tabakasının kök kanal duvarlarına zayıf bir şekilde bağlandığını, kanal patlarının adezyonunu azalttığını ve sızdırmazlığı olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir (29).

Kanal patları ile dentin yüzeyi arasında sıkı bir bağlantı oluşmasını sağlamak için kanal dolgusundan önce bu tabakanın kaldırılması tavsiye edilmektedir. Smear tabakasını uzaklaştırmak için hem organik hem de inorganik doku çözme yetenekleri olan solüsyonların kullanımı gerekmektedir (113).

Şelasyon ajanlarının smear tabakasının inorganik kısmını çözdüğü (29) ve eğer NaOCl ile kombine kullanılırsa organik kısmının da uzaklaşacağı ve smear tabakasının dentin yüzeyinden tamamen kaldırılmasında en etkili yöntem olacağı savunulmuştur (2).

Smear tabakasının uzaklaştırılması için irrigasyon protokolü yapıldığında; EDTAC > NaOCl > EDTAC sıralaması, NaOCl > EDTAC > NaOCl sıralamasına göre daha etkili bulunmuştur (75).

Başka bir çalışmada 1 dakika süre ile %17'lik EDTA solüsyonunun ultrasonik aktivasyon yapan cihazla birlikte kullanımı sonucunda, kök dentininin apikal üçlüsündeki smear tabakasının etkili bir şekilde uzaklaştığı rapor edilmiştir (72).

Şelasyon ajanlarının kullanımı, bu solüsyonların dentinin hidroksiapatit kristallerinin kalsiyum içeriğini çözmesinden dolayı tercih edilmektedir. Dentin kalsiyum oranındaki herhangi bir değişme, dentinin organik ve inorganik yapıları arasında belirgin bir şekilde farklılığa yol açmakta ve dolayısıyla dentinin geçirgenliği, mikrosertliği, çözünürlüğü ve yüzey pürüzlülüğü de değişmektedir (30).

Bu çalışmada incelediğimiz bütün şelasyon ajanları, kök kanal dentininin mikrosertliğinde azalmaya sebep olmuştur. Dentin mikrosertliğinde istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, en az azalmaya sebep olan iki solüsyon likit EDTA ve jel EDTA olurken, bu solüsyonlardan daha fazla azalmaya sebep olan sitrik asit ve dentini en fazla yumuşatan solüsyon ise maleik asit olmuştur. Bizim elde ettiğimiz bu sonuçları bazı çalışmalar da desteklemektedir (25, 67, 92).

Daha önce yapılan bazı çalışmalarda dentin mikrosertliğini ölçmek için knoop mikrosertlik testi (114) ve vickers mikrosertlik test (115) yöntemlerinden faydalanılmıştır.

Knoop mikrosertlik yöntemi, bazı çalışmalarda dental sert dokuların sertlik değerlendirilmesinde kullanılmış olsa da (114), Oliveira ve Carvalho, şelasyon solüsyonları uygulanmış kök dentin yüzeylerindeki mineral kaybına bağlı farklılıkların değerlendirilmesi için Vickers mikrosertlik testinin daha kolay ve spesifik olduğunu ileri sürmüşlerdir (116).

Benzer şekilde farklı çalışmalarda Vickers sertlik ölçümü kullanımının daha uygun olduğunu desteklenmiştir (18, 117). Bu yöntemin dental sert dokular için daha spesifik olması nedeniyle, çalışmamızda bu test yönteminden faydalanılmıştır. Bazı çalışmalarda, diş kökleri horizontal ve vertikal olarak ikiye ayrılmış ve irrigasyon ajanlarının dentin mikrosertliği üzerine etkilerine yönelik incelemeler yapılmıştır (25, 92).

Klinikte kök kanal tedavisi yapılırken kullandığımız irrigasyon solüsyonları kök boyunca ilerlerken, dentin tübül ağızlarını açıp smear tabakasını kaldıracak şekilde etki ederler. Çalışmamızda da bu kök yapısını in vitro olarak taklit etmek amacıyla kökler vertikal olarak ortadan ikiye ayrılmıştır.

Dentinin mikrosertliği, kökün neresinden ölçüm yapıldığına göre değişir ve pulpaya yaklaştıkça sertlik değerleri düşer (118). Pashley ve arkadaşları, dentinin mikrosertliğinin dış yüzeyden merkeze doğru ilerledikçe azaldığını bildirmişlerdir (114). Bunun sebebinin ise, pulpa yakınındaki dentinin yapısında sayıca fazla olan ve peritübüler dentini olmayan geniş dentin tübüllerinin, test cihazının basınç uygulayan ucuna daha az direnç göstermesi olduğu ileri sürülmüştür (119, 120). Dentin mikrosertliği ve tübül yoğunluğunun ters orantılı olduğu bildirilmiştir (114).

Çalışmamızda, mikrosertlik ölçümü yapılırken aynı dişte bile farklı değerlerin çıkmasının sebebinin dişin farklı noktalarından ölçümler yapılmış olmasıyla ilgili olabileceğini düşünmekteyiz.

Dişin intertübüler dentininin hidroksiapatit kristal içeriği ve mineral konsantrasyonu, sertlik derecesini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Şelasyon yapan ajanların dentini yumuşattığı birçok çalışma tarafından doğrulanmıştır (121, 122).

Çoğunlukla araştırmacılar şelasyon solüsyonlarının diş sert dokularını demineralize ettiğini ancak kökün eğri ve kanal genişliklerinin ince olduğu kısımlarında fazla etki edemediğini rapor etmişlerdir. Bunun sebebinin ise yeterli solüsyon değişiminin sağlanamaması ve kökün koronal, orta ve apikal üçlüsü arasındaki yapısal farklılıklar olduğunu ileri sürmüşlerdir (114, 123).

Çalışmamızda %7'lik Maleik asit, %20'lik Sitrik asit ve %17'lik EDTA'nın likit ve jel formları 120 saniye süresince uygulanmıştır. Şelasyon solüsyonlarını farklı sürelerde uygulayan çok sayıda çalışma mevcut olup, uygulama süresi konusunda henüz bir görüş birliğine varılamamıştır (92, 124, 125).

Bazı çalışmalarda 1 ve 5 dakika temas sürelerinden sonra EDTA'nın etkili temizleme yaptığı gösterilmiştir (76). Başka bir çalışmada %17'lik EDTA ile 1

dakika boyunca irrigasyon yapıldığında smear tabakasının uzaklaştırılmasında etkili bir temizlik sağlandığı bildirilmiştir (77).

10 dakika süreyle uygulanan EDTA'nın ise olması gerekenden daha çok peritübüler ve intertübüler dentin erozyonuna sebebiyet verdiği gösterilmiştir. Bu durumdan kaçınmak için EDTA ve NaOCl'nin sıralı bir şekilde art arda kullanımı önerilmektedir (78).

Şelasyon solüsyonlarının temas süreleri çalışmalarda 1 dakikadan 10 dakikaya kadar değişmektedir (126, 127). Çalt ve Serper yaptıkları bir çalışmada %17'lik EDTA ile 2 dakikalık irrigasyonun smear tabakasının tamamen uzaklaşmasını sağladığını ve optimum sürenin 2 dakika olduğunu bildirmişlerdir (127). Bu nedenle çalışmamızda, şelasyon solüsyonlarının temas süreleri 2 dakika olarak belirlenmiştir.

Farklı temas sürelerinde çalışmalar yapılmıştır. Crumpton ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, %17'lik EDTA ile 1 dakika irrigasyondan sonra smear tabakasının etkili bir şekilde uzaklaştığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada %17'lik EDTA'nın 1 dakikadan daha fazla temas etmesi durumunda hem peritübüler hem de intertübüler dentinde erozyon oluştuğu ve kök kanal dentini mikrosertliğinin azaldığı ileri sürülmüştür (77). Bu sebeple halen şelasyon solüsyonlarının optimum temas süresi konusunda görüş ayrılıkları mevcuttur.

EDTA ve NaOCl'nin beraber kullanımı sadece EDTA veya RC-Prep ile irrigate edilen kök dentininin aksine dentinin yapısında bulunan kalsiyum ve fosfat içeriğini azaltırken, magnezyum miktarını belirgin olarak artırmaktadır (128).

Fraser, 0.02 ml EDTA'nın yalnızca 0.35 mm² dentini demineralize edebildiğini öne sürmüştür. EDTA solüsyonunun dekalsifiye etme düzeyi sınırlıdır. Çünkü her bir molekül EDTA, yalnızca bir kalsiyum iyonu bağlayabilir ve bütün kalsiyum molekülleri bağlandığında işlem durmaktadır (129). Bu nedenle kullandığımız solüsyon dentin tübülleri içerisine çok derinlere kadar penetre olmaz, maksimum 50 µm derinlikte bir ayrılma çizgisi ile etkilenmemiş dentinden ayrılır ve bu sayede kendini sınırlamış olur (58).

Bu görüşün aksini savunan bir çalışmada Patterson, EDTA'nın demineralize edici etkisinin kendi kendini sınırlamadığını, her ne kadar maksimum penetrasyon 28 µm olsa da, dekalsifikasyon reaksiyonunun 5 gün devam ettiğini savunmuştur (83).

Yapılan başka bir çalışmada, 100'den fazla hasta üzerinde EDTA, üre peroksit ve NaOCl ile irrigasyon yapılmış ve ilk seans sonrasında vakaların %97.2 sinde bakteri kültürü negatif gözlenmiştir (82).

EDTA'ya bi yüzey aktif ajan olan Cetrimid eklenirse de kalsifiye edici etkisi artar. Cetrimid EDTA'dan daha düşük yüzey gerilimine sahiptir, bu sayede daha hızlı bir şekilde ve daha derin dentin dokularına etki edebilir (57). Cetrimid ayrıca antimikrobiyal etkiyi artırma özelliğine de sahiptir (130-132).

Bazı çalışmalar, şelasyon ajanları ile dentinde meydana gelen demineralizasyon miktarınının pH'ya bağlı bir süreç olmadığını savunmasına karşın, nötr veya bazik pH değerlerine sahip EDTA'nın demineralizasyon etkisinin daha başarılı olduğu bildirilmiştir (133-135).

Bazı çalışmalar, dekalsifikasyon için optimum pH'nın 5 veya 6 olduğunu belirterek bunu desteklemişlerdir (133). Yapılan bir çalışmada, kök kanal dentini üzerinde meydana gelen demineralizasyon etkisinin, irrigasyonun uygulanma süresi, iğne tipi, solüsyonun derişimi, pH'sı ve solüsyonun hacmi gibi bir çok faktöre bağlı olduğu bildirilmiştir (136).

Maleik asit ve EDTA'nın smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleriyle ilgili yapılan bir çalışmada, %17'lik EDTA ve %7'lik maleik asit kullanılmış, dişlerin koronal ve orta üçlüsünde smear tabakasını kaldırma açısından anlamlı bir fark gözlenmezken, kanal tedavisinde başarı için en önemli bölgelerden biri olan dişlerin apikal üçlüsünde maleik asit bariz bir şekilde EDTA'dan daha etkin bir şekilde smear tabakasını uzaklaştırmıştır (22).

Klorheksidin, %10'luk ve %20'lik sitrik asit ile %17'lik EDTA'ya eklendiğinde, bu şelasyon ajanlarının demineralize edici etkisini artırıp artırmadığının incelendiği bir çalışmada, klorheksidinin istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı bulunmuştur (125).

Maleik asitin diğerk bazı irrigasyon solüsyonları ile etkileşiminin incelendiğı bir çalışmada; Maleik asit eğer klorheksidin ile kombine edilirse Maleik asit ve klorheksidinin %90'dan daha fazla olan kısımları saflığını korumakta iken, Maleik asit NaOCl ile kombine edilirse aktif klor oranının düştüğü gözlemlenmiştir (137).

Endodontide en sık kullanılan şelasyon ajanlarından biri de sitrik asittir (65). Loel ve arkadaşları, NaOCl ile sitrik asitin birlikte kullanımının smear tabakasının uzaklaştırılması açısından çok etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir (88).

Sitrik asitin kök kanal irriganı olarak kullanımında NaOCl'ye göre daha etkin olduğu ve daha iyi bir şekilde smear tabakasını kaldırabildiğı ve sitrik asitin kök kanal dentinine NaOCl ile birlikte uygulandığında smear tabakasının uzaklaştırılmasında çok etkin bir irrigan olduğu bildirilmiştir (88).

Bir çalışmada sitrik asitin EDTA kadar etkin olmadığı fakat fosforik asit, laktik asit ve poliakrilik asit gibi bir takım irriganlardan daha etkin olduğu ileri sürülmüştür (88).

%17'lik EDTA ile ardından %5.25 NaOCl kullanımı ve %19'luk sitrik asit ile ardından %5.25 NaOCl kullanımının, dentin mikrosertliğı ve yüzey pürüzlülüğü açısından karşılaştırıldığı bir çalışmada, sitrik asit grubu dentin mikrosertliğini daha fazla azaltmıştır. Yüzey pürüzlülüğü açısından da Sitrik asit grubu EDTA grubuna nazaran dentin yüzeyini daha fazla pürüzlendirmiştir (67).

Yapılan bir çalışmada %15'lik Sitrik asite %0.2'lik cetrimid eklenmesi ile oluşan solüsyonun antimikrobiyal etkinliğı incelenmiş ve solüsyonun dentin yüzeyine 30 sn temas süresinin ardından Enterococcus Faecalis biyofilmini %99.99 oranında elimine ettiği, aynı çalışmada 1 dakika ve 2 dakikalık temas sürelerinde Enterococcus Faecalis biyofilminin tamamen ortadan kalktığı gözlemlenmiştir (93).

Maleik asitin, Enterococcus faecalis üzerine antimikrobiyal aktivitesinin araştırıldığı bir çalışmada, maleik asitin 30 sn, 1 dk ve 2 dk olmak üzere farklı temas sürelerinde farklı konsantrasyonlarının Enterococcus faecalis'i eradike edip etmediğı (bakterilerin %100'ünün ölmesi) araştırılmış ve şu sonuçlara ulaşılmıştır: Maleik asitin %0.88 konsantrasyonda bile 30 sn temasından sonra E. faecalis biofilmlerinin

%100'ünün öldüğü ve eğer konsantrasyon %0.11'e düşürülürse 2 dakika temas süresinin *E. faecalis* %100 öldürmeye yettiği gösterilmiştir. Bu durum maleik asitin özellikle inatçı enfeksiyonlarda rol oynayan *E. faecalis*'e karşı antimikrobiyal etkisinin oldukça güçlü olduğunu göstermektedir (93).

Maleik asit ve EDTA'nın smear tabakasını kaldırma miktarlarının taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelendiği bir çalışmada, kök kanal sisteminin koronal ve orta üçlüsünde EDTA ve maleik asit arasında anlamlı bir fark bulunmazken, özellikle apikal üçlüde maleik asitin smear tabakasını kaldırmada EDTA'dan bariz bir şekilde daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Son irrigasyon solüsyonu olarak, bizim için kök kanal dezenfeksiyonunun en kritik bölgesi olan apikal üçlüde, %17'lik EDTA'ya nispeten, smear tabakasının uzaklaştırılması açısından daha etkili sonuçlar verdiği için %7'lik maleik asitin kullanımı tavsiye edilmektedir (22).

%7'lik Maleik asit, %17'lik EDTA ve %10'luk Sitrik asit kullanılarak yapılan bir çalışmada; önce %2,5'lik NaOCl ardından bu solüsyonların kullanımından sonra kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyon düzeyi incelenmiştir. Örneklerin koronal, orta ve apikal üçlülerinden alınan kesitlerde, kanal patlarının dentin tübüllerine yüksek düzeyde ve maksimum derinlikte penetrasyonu gözlenmiştir. Bununla birlikte gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (94).

Maleik asit, apikal bölgedeki smear tabakasının kaldırılmasında diğer şelatlarla göre çok daha etkindir (22). Klinik kullanımı EDTA'dan daha biyoyumlu olduğu için tavsiye edilmektedir (93, 138). En fazla %7 derişimde maleik asit kullanımı önerilmektedir, çünkü derişimin %10 ve daha üzerine çıkması, kök kanal duvarlarında demineralizasyon ve hasara sebep olabilir (139).

Sitrik asitin EDTA kadar olmasa da smear tabakasını laktik asit, poliakrilik asit ve fosforik asit gibi diğer birçok asitten daha iyi uzaklaştırdığı ileri sürülmüştür (65). Bu çalışmanın aksine başka bir çalışmada, aynı yüzdelerde kullanılan sitrik asitin smear tabakasını kaldırmada EDTA'dan daha etkin olduğu ileri sürülmüştür. Sitrik asite doksisisiklin izomeri ve deterjan (Tween 80) eklenmesi ile MTAD elde

edilir. Bu solüsyonun da smear tabakasını kaldırma etkisinin çok güçlü olduğu bildirilmiştir (8, 62).

İrrigasyon solüsyonlarının birbiriyle olan antagonist etkileşiminin incelendiği bazı çalışmalarda, sitrik asit klorheksidin ile karıştırıldığında herhangi bir çökelti oluşmadığı, aynı zamanda klorheksidinin sitrik asitin demineralize edici etkisi üzerinde herhangi bir negatif etkisinin de olmadığı, birlikte veya art arda kullanımının herhangi bir problem teşkil etmeyeceği bildirilmiştir (125, 140).

Şelasyon ajanlarının kök kanalının dentin duvarları üzerindeki yumuşatıcı etkisi klinik açıdan bir yarar sağlayabilir, zira daha hızlı ve kolay preparasyona ve dar kanalların daha kolay açılmasına yardım edebilir. Yumuşama ve demineralizasyon derecesi, dentinin heterojenik yapısının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile kırılma direnci üzerine bir etki yapabilir (67).

Şelasyon ajanlarının piyasada likit ve jel formları bulunabilmektedir. Ancak jel ve likit formlarını karşılaştıran çok fazla çalışma olmadığı için, çalışmamıza iki farklı formda olan EDTA dahil edilmiştir.

Çalışmamızda kullandığımız şelasyon ajanlarının hepsi dentin yüzey pürüzlülüğünü artırıcı etki göstermişlerdir. Elimizdeki bulgulara genel olarak bakılırsa, dentin yüzey pürüzlülüğünü en fazla oranda artıran solüsyon %7'lik Maleik asit olmuştur.

Maleik asitten sonra yüzey pürüzlülüğünü en fazla artıran ise sitrik asit ve jel EDTA solüsyonları olmuştur ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Bu solüsyonları da likit formdaki EDTA solüsyonu izlemektedir. Sonuçta kök kanal dentininin yüzey pürüzlülüğünü diğer solüsyonlara göre en az artıran yani dentin yüzeyini en az pürüzlendiren solüsyon, likit EDTA solüsyonu olmuştur.

Çalışmamızın sonuçlarını önceki çalışmalar desteklemektedir. Daha önceki çalışmalarda irrigasyon solüsyonlarının dentin komponentlerinde değişimlere, dentin mikrosertliğinde azalmaya ve yüzey pürüzlülüğünde artışa neden olduğu rapor edilmiştir (67, 92). Şelasyon ajanlarının dentinin inorganik dokularını çözücü etkide

olması ve dentin tübüllerinin ve kollajen yapının ortaya çıkması yüzeyde oluşan pürüzlülüğün sebebi olarak düşünülebilir.

İrrigasyon solüsyonlarının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, NaOCl'nin yüzey pürüzlülüğünde artışa neden olduğu bildirilmiştir. Bu etkinin NaOCl'nin organik dokuları çözme kabiliyetinden kaynaklandığı bildirilmiştir (22).

Atomik kuvvet mikroskobu ile yüzey pürüzlülükleri incelenen bir başka çalışmada, %5.25 derişimdeki NaOCl solüsyonu dentin yüzeyine 10 dakika boyunca uygulanmış ve dentinin yüzey pürüzlülüğünü artırdığı gözlemlenmiştir (141). NaOCl'nin yüzey pürüzlülüğünü artırıcı etkisi varken, klorheksidinin böyle bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir (13).

Şelasyon solüsyonlarının yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, maleik asit EDTA'ya oranla çok daha fazla yüzey pürüzlülüğüne sebep olmuştur. Bunun sebebi, maleik asitin EDTA'ya göre daha güçlü demineralize edici etkisi ve smear tabakasını kaldırmadaki başarısı olabilir. Yine aynı çalışmada, maleik asit uygulanan dentin numunelerinde dentin tübülleri belirginleşip tamamen smear tabakasından arınmıştır, dentin mikrosertliği azalırken yüzey pürüzlülüğü artmıştır (92). Bu sonuçlar bizim çalışmamızın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Yüzey pürüzlülüğündeki artış, restoratif diş hekimliğinde de rezin içerikli dolgu maddelerinin bağlanma kuvvetini artırdığından dolayı klinik yarar sağlayabilir (92, 142). Pürüzlendirilmiş yüzeyler, mikromekanik bağlantı için yüzeyde pürüzlülüğe ve düzensizliklere ihtiyaç duyan adeziv kanal patları için bir klinik yarar sağlayabilir (143).

Dentin yüzeylerindeki pürüzlülüklerin olması, kanal dolgu patlarının bağlantısı için önemli ve gereklidir (22). Bununla birlikte, pürüzlendirilmiş dentin yüzeyleri sonrasında plak formasyonuna sebep olabilecek bakteri kolonizasyonuna öncülük edebilir (144).

Yüzeyde oluşan bu pürüzlülükler çok fazla artarsa bu durumda kanal dolgu patlarının adezyonunda boşluklar oluşabileceği, üç boyutlu obturasyonun tam

sağlanamaması neticesinde bakteriyel kolonizasyon ve sonrasında sızıntıya yol açabileceği ileri sürülmektedir (145). Bu risklerden ve demineralize edici etkilerinden dolayı, şelasyon solüsyonlarının kullanımında dikkatli olunması gerektiğini bildiren çalışmalar vardır (146).

Çalışmamızdaki yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik test sonuçlarına bakıldığında, maleik asitin kök kanal dentini yüzeyinde en fazla pürüzlülüğe ve en fazla demineralize edici etkiye sebep olan ajan olduğu görülmektedir. Sebebi maleik asitin aslında kullanımı pek yaygın olmasa da, yüksek düzeyde smear tabakasını kaldırma ve demineralize edici kapasitesinden kaynaklanır (2).

Yüzeydeki bir pürüzlülük artışı endodontik veya restoratif tedavide klinik yararlar sağlayabilir, çünkü kök kanal patlarının veya restoratif materyallerin yüzeye mekanik olarak bağlanmaları için dentin yüzeyinde düzensizliklerin olması gerekmektedir (13).

Ancak pürüzlülüğün çok fazla artması durumunda, kök kanal patlarının oluşmuş olan geniş boşluklara tam penetre olamamasına, dolayısıyla bağlantıda problemlere, uzun süreli prognozda boşluklardan bakteri sızıntısına ve neticede sekonder periapikal enfeksiyonlara sebep olabilir (147).

Her şelasyon ajanı, dentini hem mikrosertlik hem de yüzey pürüzlülüğü açısından az veya çok etkilemiştir. Şelatların etkisiyle smear tabakasının ortadan kalkması, dentin tübüllerinin açığa çıkması ve dentin mikrosertliğinde azalma meydana gelmesi ile dar kanallarda ilerleme ve kanalların preparasyonu işlemi kolaylaşır, aynı zamanda kanal patlarının dentine adezyonu artar (13).

Ancak furkasyon gibi dentin dokusunun ince olduğu bölgelerde, dikkatsiz çalışma durumunda perforasyon ihtimali de artar ve mikrosertlikteki aşırı azalma kırılmalara sebebiyet verebileceği gibi, kanal patlarının adezyonunda azalmaya da neden olabilir.

Çalışmamızda da %7'lik maleik asit, her iki tip EDTA'ya ve %20'lik sitrik asite göre daha yüksek düzeyde dentin yüzey pürüzlülüğü oluşturmuş, mikrosertliği ise %17'lik Likit EDTA'dan daha fazla azaltmıştır. Bu durumun, klinik bir avantaj

olduğu düşünülse de, köklerde oluşabilecek fraktürlere karşı, solüsyonların temas sürelerine dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu konunun desteklenmesi için ek çalışmalara ihtiyaç vardır.



6. SONUÇLAR

Farklı şelasyon ajanlarının kök dentini üzerine uygulandıktan sonra dentinin mikrosertliğinde ve yüzey pürüzlülüğünde oluşturdukları değişimleri incelediğimiz çalışmamızda, elde ettiğimiz sonuçlar şu şekildedir.

%17'lik Likit ve Jel formdaki EDTA'nın, istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir fark bulunmaksızın, mikrosertliği diğer solüsyonlara göre daha az azalttığı görülmüştür. Ayrıca %20'lik Sitrik asitin, dentin mikrosertliğini EDTA solüsyonlarından daha fazla azalttığı bulunmuştur. %7'lik maleik asitin ise dentini en fazla yumuşatan solüsyon olduğu sonucuna varılmıştır.

Yüzey pürüzlülüğü sonuçlarına bakarsak; %17'lik likit EDTA'nın dentin yüzeyini en az pürüzlendiren solüsyon olduğu görülmüştür.

%17'lik jel EDTA ve %20'lik sitrik asit, aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamak kaydıyla, dentin yüzeyini eşit düzeyde ve %17'lik likit EDTA'dan daha fazla pürüzlendirmiştir. %7'lik maleik asit ise dentin yüzey pürüzlülüğünü en fazla arttıran solüsyon olmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, EDTA ve Sitrik asit kullanımının yanında Maleik asitin de klinikte kullanımı düşünülebilir. Ancak maleik asitin dentin mikrosertliğini diğer ajanlardan daha çok düşürmesi ve dentin yüzeyinde daha fazla pürüzlülük meydana getirmesi nedeniyle, klinik kullanıma uygunluğu tartışmalıdır. Bu nedenle, ileride yapılacak in vitro ve klinik çalışmalar ile kar-zarar oranının doğru hesaplanması ve daha kesin sonuçlara ulaşılması gerekmektedir.

İleride yapılacak çalışmalar ile şelasyon ajanlarının farklı sürelerde kullanımının, dentin mikrosertliğinde meydana getirecekleri azalma düzeyleri incelenmelidir. Buna bağlı olarak, dentinin kırılma direncine olan etkilerinin incelenmesi gerekmektedir. Yüzey pürüzlülüğündeki artışa bağlı olarak ise, kök kanal patlarının penetrasyon derinliği ve sızdırmazlığı üzerine olan etkilerinin incelenmesi gerektiği kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Alaçam T. Endodonti. Kök kanallarının irrigasyonu. Nobel Kitabevi Adana, 2012, s 289-312.
2. Sen BH, Wesselink PR, Türkün M. The smear layer: A phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J* 1995;28:141-8.
3. Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endodon* 1992;18:605-12.
4. Goldberg DB, Abromovich A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. *J Endod* 1977;3:101-5.
5. Shahravan A, Haghdoost A, Adl A, et al. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *J Endod* 2007;33:96-105.
6. Wayman BE, Kop WM, Pinero GJ, Lazzari EP. Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. *J Endod* 1979;5:258-65.
7. Aktener BO, Bilkay U. Smear layer removal with different concentrations of EDTA-Ethylenediamine mixture. *J Endod* 1993;19:228-31.
8. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, et al. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod* 2003;29:170-5.
9. Calt S, Serper A. Smear layer removal by EGTA. *J Endod* 2000;26:459-61.
10. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-98.
11. Hennequin M, Pajot J, Avignant D. Effects of different pH values of citric acid solutions on the calcium and phosphorus contents of human root dentin. *J Endod* 1994;20:551-4.
12. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod* 1996;22:23-6.
13. Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *J Endod* 2004;30:792-5.
14. Baumgartner JC, Brown CM, Mader CL, Peters DD, Schulman JD. A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite and citric acid. *J Endod* 1984;10:525-31.

15. Harrison JW. Irrigation of the root canal system. *Dent Clin Nort Am* 1984;28:797-808.
16. Chang HK, Palamara JE, Messer HH. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on biomechanical properties of human dentine. *J Endod* 2002;28:62-7.
17. Saleh A, Ettman W. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. *J Dent* 1999;27:43-6.
18. Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD, Saquy PC, et al. Evaluation of the effect of EDTAC, CTDA and EGTA on radicular dentine microhardness. *J Endod* 2001;27:183-4.
19. Zhang K, Kim YK, Cadenaro M, et al. Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. *J Endod* 2010;36:105-9.
20. Moreira DM, Almeida JFA, Ferraz CCR, Gomes BPFA, Line SRP, Zaia AA. Structural analysis of bovine root dentin after use of different endodontics auxiliary chemical substances. *J Endod* 2009;35:1023-7.
21. Yu Qing, Akita Y, Kawano S, et al. Cleaning efficacy and dentin microhardness after root canal irrigation with a strong acid electrolytic water. *J Endod* 2006;32:1102-6.
22. Ballal NV, Kandian S, Mala K, et al. Comparison of the efficacy of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid in smear layer removal from instrumented human root canal: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 2009;35:1573-6.
23. Prabhu SG, Rahim N, Bhat KS, et al. Comparison of removal of endodontic smear layer using NaOCl, EDTA, and different concentrations of maleic acid - A SEM study. *Endodontology* 2003;15:20-5.
24. Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod* 2003;36:810-30.
25. Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD, et al. Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin. *J Endod* 2011;37:358-62.

26. Cathro P. The importance of irrigation in endodontics. *Contemp Endod* 2004;1:3–7.
27. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod* 1984;10:477–83.
28. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, et al. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;94:658–66.
29. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. The Effect of Exposure to Irrigant Solutions on Apical Dentin Biofilms In Vitro. *J Endod* 2006;32:434–7.
30. Scelza MF, Teixeira AM, Scelza P. Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;95:234–6.
31. Slutzky-Goldberg I, Maree M, Liberman R, et al. Effect of sodium hypochlorite on dentin microhardness. *J Endod* 2004;30:880–2.
32. De-Deus G, Zehnder M, Reis C, et al. Longitudinal co-site optical microscopy study on the chelating ability of etidronate and EDTA using a comparative single-tooth model. *J Endod* 2008;34:71–5.
33. De-Deus G, Paciornik S, Mauricio MHP. Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. *Int Endod J* 2006;39:401–7.
34. Linde A, Goldberg M. Dentinogenesis. *Crit Rev Oral Biol Med* 1993;4:679-728.
35. Butler WT, Ritchie H. The nature and functional significance of dentin extracellular matrix proteins. *Int J Dev Biol* 1995;39:213-22.
36. Hargreaves KM, Cohen S. *Cohen's Pathways of the pulp*. Tenth Edition. Mosby Elsevier Pub 2011:458-9.
37. Kinney JH, Balooch M, Marshall SJ, Marshall GW Jr, Weihs TP: Hardness and Young's modulus of human peritubular and intertubular dentin. *Arch Oral Biol* 1996;41:9-13.

38. Bonucci E. Matrix vesicles: their role in calcification. In Linde A: editor: Dentin and dentinogenesis, Vol I, Boca Raton. 1984, CRC Press, s 35-154.
39. Wang RZ, Weiner S. Strain-structure relations in human teeth using Moire fringes. *J Biomech* 1998;31:135-41.
40. Nakamura O, Gohda E, Ozawa M, et al. Immunohistochemical studies with a monoclonal antibody on the distribution of phosphophoryn in predentin and dentin. *Calcif Tissue Int* 1985;37:491-500.
41. Breschi L, Lopes M, Gobbi P, Mazzotti G, Falconi M, Perdigao J. Dentin proteoglycans: an immunocytochemical FEISEM study. *J Biomed Mater Res* 2002;61:40-6.
42. Goldberg M, Takagi M. Dentin proteoglycans: composition, ultrastructure and functions. *Histochem J* 1993;25:781-806.
43. Garberoglio R, Brännström M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol* 1976;21:355-66.
44. Pashley DH. Dentin permeability and dentin sensitivity. *Proc Finn Dent Soc* 1992;88:31-7.
45. Pashley DH. Dynamics of the pulp dentin complex. *Crit Rev Oral Biol Med* 1996;7:104-33.
46. Pashley DH, Matthews WG. The effects of outward forced convective flow on inward diffusion in human dentin in vitro. *Arch Oral Biol* 1993;38:577-82.
47. Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: a critical review and reevaluation of the dental literature. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003;14:13.
48. Weiner S, Vies A, Beniash E, Arad T, Dillon JW, Sabsay B, et al. Peritubular dentin formation: crystal organization and the macromolecular constituents in human teeth. *J Struct Biol* 1999;126:27-41.
49. Kinney JH, Pople JA, Driessen CH, Breunig TM, Marshall GW, Marshall SJ. Intrafibrillar mineral may be absent in dentinogenesis imperfecta type II (D1-11). *J Dent Res* 2001;80:1555-9.
50. Gaucher C, Boukpepsi T, Septier D, et al. Dentin noncollagenous matrix proteins in familiar hypophosphatemic rickets. *Cells, Tissues, Organs* 2009;189:219-23.

51. Coffey CT, Ingram MJ, Bjöandal AM. Analysis of dentinal fluid. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 1970;30:835-7.
52. Lundgren T, Nannmark U, Linde A. Calcium ion activity and pH in the odontoblast-predentin region: ion-selective microelectrode measurements. *Calcif Tissue Int* 1992;50:134-6.
53. Maita E, Simpson MD, Tao L, Pashley DH. Fluid and protein flux across the pulp dentin complex of the dog, in vivo. *Arch Oral Biol* 1991;36:103-10.
54. Brännström M. Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. *Oper Dent* 1984;9:57-68.
55. Michelich VJ, Schuster GS, Pashley DH. Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J Dent Res* 1980;59:1398-403.
56. Pissiotis EL, Spängberg L. Dentin permeability to bacterial proteins in vitro. *J Endod* 1994;20:118-22.
57. Cengiz T, Aktener BO, Piskin B. Effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1990;23:163-71.
58. Nygaard-Østby B. Chelation in root canal therapy: ethylenediaminetetraacetic acid for cleansing and widening of root canals. *Odontol Tids* 1957;65:311.
59. Grandini S, Balleri P, Ferrari M. Evaluation of Glyde File Prep in combination with sodium hypochlorite as a root canal irrigant. *J Endod* 2002;28:300-3.
60. Verdelis K, Eliades G, Over T, Margelos J. Effect of chelating agents on the molecular composition and extent of decalcification at cervical, middle and apical root dentin locations. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:164-70.
61. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. *J Endod* 1982;8:487-92.
62. Zehnder M, Schmidlin PR, Sener B, Waltimo TM. Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod* 2005;31:817-20.
63. Pashley DH. Smear layer: overview of structure and function. *Proc Finn Dent Soc* 1992;88:215-24.

64. Vojinovic O, Nyborg H, Brannström M. Acid treatment of cavities under resin fillings: bacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions. *J Dent Res* 1973;52:1189-93
65. Alaçam T. Endodonti. Nobel Kitabevi Adana, 2012, s 529-78.
66. Van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J* 2006;39:472-6.
67. Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin. *J Endod* 2005;31:107-10.
68. Rubin L, et al. The effect of instrumentation and flushing of freshly extracted teeth in endodontic therapy. A scanning electron microscope study. *J Endod* 1979;5:328-35.
69. Yamada RS, et al. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod* 1983;9:137-42.
70. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 1987;13:147-57.
71. White R, et al. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *J Endod* 1984;10:558-62.
72. Kuah HG, Liu JN, Tseng PSK, Chen NN. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. *J Endod* 2009;35:393-6.
73. Özçelik B, Çalt S, Çelik H. Smear tabakasının uzaklaştırılmasında Tubulicid Plus'un etkisinin incelenmesi: Tarama elektron mikroskop çalışması. *Hacettepe Üniv Diş Hek Fak Derg* 1997;21:27.
74. Nakashima K, Tereta R. Effect of pH modified EDTA solution to the properties of dentin. *J Endod* 2005;31:47-9.
75. Abbott P, Heijkoop P, Cardaci S, Hume W, Heithersay G. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J* 1991;24:308-16.

76. Cergneux M, Ciucchi B, Dietschi J, Holz J. The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. *Int Endod J* 1987;20:228-32.
77. Crumpton BJ, Goodell GG, McClanahan SB. Effects on smear layer and debris removal with varying volumes of 17% REDTA after rotary instrumentation. *J Endod* 2005;31:536-8.
78. Niu W, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J* 2002;35:934-9.
79. Russel AD. Principles of antimicrobial activity. In: Block SS ed, *Disinfection, Sterilization and Preservation*. 4th ed., Philadelphia, Lea Febiger 1991:29-58.
80. Heling F, Chandler NP. Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *Int Endod J* 1992;25:20-4.
81. Block SS. Peroxygen compounds In: Block SS ed. *Disinfection, Sterilization and Preservation*. 4th ed., Philadelphia, Lea-Febiger 1991:167-181.
82. Stewart G, Kapsimalis P, Rappaport H. EDTA and urea peroxide for root canal preparation. *J Am Dent Assoc* 1969;78:335-8.
83. Patterson S. In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylene diamine tetra-acetate on human dentin and its endodontic implications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1963;16:83-103.
84. Moorer WR, Wesselink PR. Factors Promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1982;15:187-96.
85. Perdiago J, Frankenberger R. Effect of solvent and rewetting time on dentin adhesion. *Quintessence Int* 2001;32:385-90.
86. Aslantaş EE, Buzoğlu HD, Altundasar E, Serper A. Effect of EDTA, Sodium Hypochlorite, and Chlorhexidine Gluconate with or without Surface Modifiers on Dentin Microhardness. *J Endod* 2014;40:876-9.
87. Elmacı Y. *Asitliği Düzenleyiciler*. Bölüm 3. “Gıda Katkı Maddeleri” Kitabı (Editör T. ALTUĞ) sayfa 41-53 Meta Basım, İzmir, 2001.
88. Loel DA. Use of acid cleanser in endodontic therapy. *J Am Dent Assoc* 1975;90:148-51.
89. Morgan LA, Baumgartner JC. Demineralization of resected root-ends with methylene blue dye. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1997;84:74-8.

90. Tidmarsh BG. Asid-cleansed and resin-sealed root canals. J Endod 1978;4:117-21.
91. http://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB2852803_EN.htm Erişim tarihi: 07.04.2016.
92. Ballal NV, Mala K, Bhat KS. Evaluation of the effect of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid on the microhardness and surface roughness of human root canal dentin. J Endod 2010;36:1385-8.
93. Ferrer-Luque CM, et al. Antimicrobial Activity of Maleic Acid and Combinations of Cetrime with Chelating Agents against Enterococcus Faecalis Biofilm J Endod 2010;36:1673-5.
94. Tuncer AK, Tuncer S. Effect of Different Final Irrigation Solutions on Dentinal Tubule Penetration Depth and Percentage of Root Canal Sealer. J Endod 2012;38:860-3.
95. Kenneth J. Anusavice. Phillip's Science of Dental Materials. 11th Ed., St. Louis: W.B. Saunders 2003:73-102.
96. Çalışkan K. Endodontide tanı ve tedaviler. Endodontik materyallerin biyouyumluluğu ve kök kanallarının irrigasyonu. Nobel Tıp Kitabevleri 2006, s 315-41.
97. Ersu B, Hannak WB, Freesmeyer WB. Tam ve bölümlü protezlerde kullanılan akrilik rezin dişlerin sertliklerinin karşılaştırılması. H.Ü. Diş Hek Fak Derg 2007;31:58-64.
98. Karakoç P. Farklı ışık kaynaklarının ve ışık uygulama tekniklerinin kompozitlerin mikrosertlik değerleri üzerine etkisi. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diş Hastalıkları ve Tedavisi ABD, Doktora Tezi, İstanbul, 2014.
99. Van Noort R. Introduction to dental materials. 2.Baskı. London, England: Mosby Int Pub Ltd 2003:96-123.
100. Wassel RW, Mc Cabe JF, Walls AWG. Subsurface deformation associated with hardness measurements of composites. Dent Mater 1992;8:218-23.
101. Megep. Metal Teknolojisi Sertlik Ölçme Yöntemleri. Ankara, 2006, s 1-5.

102. Uhl A, Michaelis C, Mills RW, Jandt KD. The influence of storage and indenter load on the Knoop hardness of dental composites polymerized with LED and halogen technologies. *Dental Materials* 2004;20:21-8.
103. Türkün LŞ, Gökay N. Poliasit modifiye kompozit rezin materyallerin aşınma ve sertlik özelliklerinin hibrit bir kompozitle karşılaştırılması. *E.Ü. Diş Hek Fak Derg* 2002;23:137-43.
104. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med* 2007;18:155-63.
105. Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 1998;42:613-27.
106. Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NH. Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *J Oral Rehabil* 1995;22:421-7.
107. Martinez-Gomis J, Bizar J, Anglada JM, Samsó J, Peraire M. Comparative evaluation of four finishing systems on one ceramic surface. *Int J Prosthodont* 2003;16:74-7.
108. Erickson RL. Surface interactions of dentin adhesive materials. *Operative Dentistry* 1992;5:81-94.
109. Buzoglu HD, Calt S, Gumusderelioglu M. Evaluation of the surface free energy on root canal dentine walls treated with chelating agents and NaOCl. *Int Endod J* 2007;40:18-24.
110. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod* 2006;32:93-8.
111. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J* 2007;52:52-63.
112. Sim TP, Knowles JC, Shelton J, Gulabilava K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J* 2001;34:120-32.

113. Poggio C, Dagna A, Colombo M. Decalcifying Effect of Different Ethylenediaminetetraacetic Acid Irrigating Solutions and Tetraclean on Root Canal Dentin. *J Endod* 2012;38:1239–43.
114. Pashley D, Okabe A, Parham P. The relationship between dentin microhardness and tubule density. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:176–9.
115. Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. *J Endod* 1994;20:61–3.
116. Oliveira LD, Carvalho CA, Nunes W, Valera MC, Camargo CH, Jorge AO. Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:125–8.
117. Kuramoto Junior M, Matson E, Turbino ML, Marques RA. Microhardness of Nd:YAG laser irradiated enamel surfaces. *Br Dent J* 2001;12:31–3.
118. Fusayama T. Two layers of carious dentine. In: *New concepts in operative dentistry*. Chicago, IL: Quintessence Pub 1980:18–9.
119. Seaman H, Shannon IL. Fluoride treatment and microhardness of dentine. *J Prosthet Dent* 1979;41:528–30.
120. Burrow MF, Takakura H, Nakajima M, Inai N, Tagami J, Takatsu T. The influence of age and depth on dentin bonding. *Dent Mater* 1994;10:241–6.
121. Panighi M, G'Sell C. Influence of calcium concentration on the dentin wettability by an adhesive. *J Biomed Mater Res* 1992;26:1081–9.
122. Weinreb MM, Meier E. The relative efficiency of EDTA, sulfuric acid, and mechanical instrumentation in the enlargement of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1965;19:247-52.
123. Mjör I, et al. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J* 2001;34:346-53.
124. Akcay I, Sen BH. The effect of surfactant addition to EDTA on microhardness of root dentin. *J Endod* 2012;38:704–7.
125. González-López S, Camejo-Aguilar D, Sanchez-Sanchez P, Bolaños-Carmona V. Effect of CHX on the Decalcifying Effect of 10% Citric Acid, 20% Citric Acid, or 17% EDTA. *J Endod* 2006;32:781–4.

126. Haznedaroglu F. Efficacy of various concentrations of citric acid at different pH values for smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:340–4.
127. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod* 2002;28:17–9.
128. Doğan H, Çalt S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *J Endod* 2001;27:578-80.
129. Fraser J. Chelating agents: their softening effect on root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974;37:803-11.
130. Ferrer-Luque CM, Conde-Ortiz A. Residual Activity of Chelating Agents and their Combinations with Cetrimide on Root Canals Infected with *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2012;38:826–8.
131. Baca P, Junco P. Residual and Antimicrobial Activity of Final Irrigation Protocols on *Enterococcus Faecalis* Biofilm in Dentin. *J Endod* 2011;37:363–6.
132. Baca P, Mendoza-Llamas ML. Residual Effectiveness of Final Irrigation Regimens on *Enterococcus faecalis*-infected Root Canals. *J Endod* 2011;37:1121–3.
133. Seidberg B, Schilder H. et al. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 2003;36:810-30.
134. Screebny L, Nikiforuk G. Demineralization of hard tissues by chelatin agents. *J Sci* 1951;113:560-4.
135. Serper A, Çalt S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *J Endod* 2002;28:501-2.
136. Qian W, Shen Y, Haapasalo M. Quantitative analysis of the effect of irrigant solution sequences on dentin erosion. *J Endod* 2011;37:1437–41.
137. Ballal NV, Moorkoth S, Mala K. Evaluation of Chemical Interactions of Maleic Acid with Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate. *J Endod* 2011;37:1402–5.
138. Ballal NV, Kundabala M, Bhat S, et al. A comparative in vitro evaluation of cytotoxic effects of EDTA and maleic acid: root canal irrigants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:633–8.

139. Prabhu SG, Rahim N, Bhat KS, et al. Comparison of removal of endodontic smear layer using NaOCl, EDTA, and different concentrations of maleic acid - A SEM study. *Endodontology* 2003;15:20–5.
140. Akisue E, Tomita V, Gavini G, et al. Effect of the combination of sodium hypochlorite and chlorhexidine on dentinal permeability and scanning electron microscopy precipitate observation. *J Endod* 2010;36:847–50.
141. Hu X, Ling J, Gao Y. Effects of irrigation solutions on dentin wettability and roughness. *J Endod* 2010;63:1064-7.
142. Liu Y, Tjaderhane L, Breschi L, et al. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *J Dent Res* 2011;90:953–68.
143. Santos J, Carrilho M, Tervahartiala T, et al. Determination of matrix metalloproteinases in human radicular dentin. *J Endod* 2009;35:686–9.
144. Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man: a review of the literature. *J Clin Periodontol* 1995;22:1–14.
145. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spano JC, Marchesan MA, Pecora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J* 2002;13:113-7.
146. Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Chavez-Andrade GM, et al. Effect of final irrigation protocols on microhardness and erosion of root canal dentin. *Microsc Res Tech* 2013;76:1079–83.
147. Garcia-Godoy F, Loushine RJ, Itthagaran A, et al. Application of biologically oriented dentin bonding principles to the use of endodontic irrigants. *Am J Dent* 2005;18:281–90.