

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**PULPA ODASI DENTİNİNE BAĞLANMA:
QMİX VE ETİDRONİK ASİDİN ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

**Hazırlayan
Tuğba PAZARBAŞI**

**Danışman
Doç. Dr. Soley ARSLAN**

Uzmanlık Tezi

**Temmuz 2019
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**PULPA ODASI DENTİNİNE BAĞLANMA:
QMİX VE ETİDRONİK ASİDİN ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

(Uzmanlık Tezi)

**Hazırlayan
Tuğba PAZARBAŞI**

**Danışman
Doç. Dr. Soley ARSLAN**

**Temmuz 2019
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Tuğba PAZARBAŞI



YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

“Pulpa Odası Detinine Bağlanma: QMix ve Etidronik Asidin Etkisinin İncelenmesi” adlı Uzmanlık Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Tuğba PAZARBAŞI



Danışman

Doç. Dr. Soley ARSLAN



Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanı

Doç. Dr. Soley ARSLAN

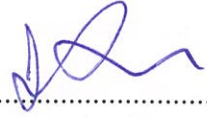


Doç. Dr. Soley ARSLAN danışmanlığında **Tuğba PAZARBAŞI** tarafından hazırlanan "**Pulpa Odası Detinine Bağlanma: QMix ve Etidronik Asidin Etkisinin İncelenmesi**" adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi **Restoratif Diş Tedavisi** Anabilim Dalı'nda **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

08/07/2019

JÜRİ: İmza

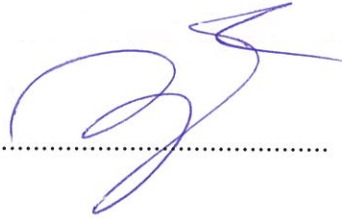
Danışman : Doç. Dr. Soley ARSLAN
(Restoratif Diş Ted. A.D.)



Üye : Doç. Dr. Sezer DEMİRBUĞA
(Restoratif Diş Ted. A.D.)



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Adem GÖK
(Fırat Üni. Restoratif Diş Ted. A.D.)

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Fakülte Anabilim Dalının ...08/07/2019 tarih ve ...2...sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...08.../07.../2019

Doç. Dr. Soley ARSLAN

Anabilim Dalı Başkanı



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren, sayın hocam Doç. Dr. Soley ARSLAN,

Tez çalışmamın her aşamasında gösterdiği ilgi, destek ve yardımlarından dolayı değerli hocam Sayın Doç. Dr. Sezer DEMİRBUĞA'ya,

İstatistiksel değerlendirme aşamasındaki yardımlarından dolayı Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi sayın Prof. Dr. Cem SÜER' e,

Uzmanlık eğitimim boyunca yoğun çalışmalarım süresince bana karşı gösterdiği sabır, anlayış ve yardımlarından dolayı sevgili eşim Ali Rıza PAZARBAŞI ve birtanecik canım kızım Zehra PAZARBAŞI'na,

Uzmanlık eğitimim süresince arkadaşlıkları ve destekleri ile yanımda olan asistan arkadaşlarıma, tüm Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı personeline,

Hayatımın her alanında olduğu gibi; doktora eğitimim sırasında da beni hep destekleyen, her zaman benim yanımda olan canım aileme yardımları, emekleri, fedakarlıkları, sevgileri ve sabırları için tesekkür ederim.

Tuğba PAZARBAŞI

Temmuz 2019, KAYSERİ

PULPA ODASI DETİNİNE BAĞLANMA: QMİX VE ETİDRONİK ASİDİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Tuğba PAZARBAŞI

**Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi, Temmuz 2019
Danışman: Doç. Dr. Soley ARSLAN**

KISA ÖZET

Kanal tedavisinin başarıya ulaşması kök kanal sisteminin hem mekanik olarak hem de irrigasyon ajanları ile temizlenmesi ve tam bir kapama sağlayacak şekilde üç boyutlu olarak doldurulmasının yanı sıra endodontik tedavi sonrası uygulanan üst restorasyona da bağlıdır. Endodontik olarak tedavi edilen dişlerin restorasyonunun amacı oral kaviteden bakteriyel infiltrasyonu engellemek, dişin işlevselliğini ve estetiğini yeniden kurup, kalan diş yapısının kırılmasını önlemektir. Endodontik tedavi sırasında kullanılan irrigasyon solüsyonları dentinin organik ve mineral yapısını değiştirebilir. Dentinin mikrosertlik, elastikiyet, yüzey pürüzlülüğü gibi özellikleri değişip, akabinde yapılacak kompozit restorasyonun bağlanması olumsuz etkilenebilir.

Bu çalışmada 100 tane çekilmiş çürüksüz insan molar dişi kullanılmıştır. Dişler kronları dışarıda kalacak şekilde furkasyon bölgesine kadar plastik kalıplara gömülmüştür. Daha sonra düzgün bir dentin yüzeyi elde etmek için pulpa odasının tavanı perfore olana kadar su altında bir Isomet 1000 cihazına yerleştirilmiş horizontal olarak kesilmiştir. Daha sonra dişler, kullanılan irrigasyon solüsyonlarına göre rasgele 5 (n= 20) gruba ayrılacaktır ve pulpa odası aşağıdaki gruplara göre irrigate edilmiştir.

Grup 1: 1 dk 3 ml salin + 1 dk 3 ml distile su

Grup 2: 1 dk 3 ml % 2,5 NaOCI + 1 dk 3 ml distile su

Grup 3: 1 dk 3 ml % % 2,5 NaOCI + 1 dk 3 ml 17 EDTA +1 dk 3 ml distile su

Grup 4: 1dk 3ml % 2,5 NaOCI + 1dk 3ml QMix + 1 dk 3 ml distile su

Grup 5: 1 dk 3ml % 2,5 NaOCI +1 dk 3 ml % 9 HEBP + 1dk 3ml distile su

Yıkama prosedürü tamamlandıktan sonra tüm örneklerin pulpa odalarına Single Bond Universal, self etch modunda kullanılarak uygulanmıştır. Bütün örnekler, her bir tabaka

2'şer mm kalınlığında olacak şekilde nanohibrid kompozit rezin olan Filtek Z550 ile restore edilmiştir. Daha sonra restorasyonların doğal yaşlanma sürecini taklit etmek için her gruptan 10 ar örnek toplamda 10000 devir olacak şekilde termal siklus uygulanmıştır. Örneklerden 1mm², 5mm uzunluğunda kesitler alındıktan sonra mikrogerilim bağlanma dayanımı testi yapılmıştır. Kırılma yüzeyleri SEM (taramalı elektron mikroskobu) ile incelenerek kırılma tipleri belirlenmiştir. Veriler, One- Way ANOVA ve post hoc Tukey's testiyle analiz edilmiştir.

Yapılan çalışmanın sonucuna göre; irrigasyon ajanı olarak EDTA uygulanan gruplar ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur (p <0,05). Irrigasyon ajanı olarak QMix ve HEBP uygulanan gruplarda mikrogerilim bağlanma dayanımı değerlerinde anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir (p>0,05). 1 yıllık yaşlandırma süresine denk gelen 10000 devir termal siklus uygulamasının bağlanma dayanım değerlerini etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır (p>0,05).

Anahtar Kelimeler: QMix, HEBP, mikrogerilim bağlanma dayanımı, irrigasyon solüsyonu

ADHESION TO PULP CHAMBER DENTIN; INVESTIGATION OF EFFECT OF QMIX AND ETIDRONIC ACID ON BOND STRENGTH

Tuğba PAZARBAŞI

**Erciyes University, Faculty of Dentistry
Department of Restorative Dentistry,
Dental Speciality Education Thesis, July 2019
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Soley ARSLAN**

ABSTRACT

The success of root canal treatment depends on both mechanical and irrigation cleaning of the root canal system and filling it in three dimensions to ensure complete closure as well as upper restoration after endodontic treatment. The purpose of the restoration of endodontically treated teeth is to prevent bacterial infiltration from the oral cavity, to restore the functionality and aesthetics of the tooth and to prevent the remaining tooth structure from being broken. Irrigation solutions used during endodontic treatment may change the organic and mineral structure of dentin. The properties of dentin such as microhardness, elasticity, surface roughness can be changed and the subsequent bonding of the composite restoration can be negatively affected.

In this study, 100 extracted non-carious human molar teeth were used. Teeth are embedded in plastic molds up to furcation area with crowns outside. It was then cut horizontally, placed in an Isomet 1000 under water until the ceiling of the pulp chamber was perforated to obtain a smooth dentine surface. The teeth were then randomly divided into 5 (n = 20) groups according to the irrigation solutions used, and the pulp chamber was irrigated according to the following groups.

Group 1: 1 min 3 ml saline + 1 min 3 ml distilled water

Group 2: 3 ml 2.5% NaOCl for 1 min + 3 ml distilled water for 1 min

Group 3: 1 min 3 ml 2.5% NaOCl + 1 min 3 ml 17% EDTA + 1 min 3 ml distilled water

Group 4: 1ml 3ml 2.5% NaOCl + 1ml 3ml QMix + 1min 3ml distilled water

Group 5: 1 min 3ml 2.5% NaOCl + 1 min 3ml 9% HEBP + 1ml 3ml distilled water.

After the washing procedure was completed, Single Bond Universal was applied to pulp chambers of all samples using self etch mode. All samples were restored with Filtek

Z550, a nanohybrid composite resin, each layer being 2 mm thick. Then, in order to mimic the natural aging process of the restorations, 10 samples from each group were subjected to thermal cycling device for a total of 10000 cycles. After taking sections 1mm², 5mm in length, microtensile bond strength test was performed. Fracture surfaces were examined by SEM (scanning electron microscope) and fracture types were determined. Data were analyzed with One- Way ANOVA and post hoc Tukey's test.

According to the results of the study; There were statistically significant differences between EDTA and other groups ($p < 0.05$). No significant differences were observed in the microtensile bond strength values of the QMix and HEBP treated groups as irrigation agents ($p > 0.05$). It was concluded that the application of 10000 cycles of thermal cycling, which corresponds to the aging period of 1 year, does not affect the bond strength values ($p > 0.05$).

Keywords: QMix, HEBP, Microtensile bond strength, Irrigation solution

İÇİNDEKİLER

PULPA ODASI DENTİNİNE BAĞLANMA: QMİX VE ETİDRONİK ASİDİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

İÇ KAPAK.....	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI	iii
KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR	v
KISA ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	x
KISALTMALAR ve SİMGELER.....	xiii
TABLolar LİSTESİ.....	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Debris	5
2.2. Smear Tabakası	6
2.3. Kök Kanal Tedavisinde İrrigasyon.....	8
2.3.1. En Sık Kullanılan İrrigasyon Ajanları	10
2.3.1.1. Antibakteriyel Ajanlar	10
2.3.1.1.1. Klorheksidin	10
2.3.1.1.2. Sodyum Hipoklorit (NaOCl).....	11
2.3.1.2. Şelasyon Ajanları	14
2.3.1.2.1. Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA).....	14
2.3.1.2.2. 1-hydroxyethylidene-1,1-bisphosphonate (Etidronik Asit) (HEBP).....	17
2.3.1.3. QMix	20
2.4. Adezyon.....	21

2.4.1. Diş Hekimliğinde Adezyon	23
2.4.1.1. Mineye Adezyon	24
2.4.1.2. Dentine Adezyon	25
2.4.1.3. Pulpa Odası Dentini ve Devital Dişte Dentin	27
2.4.2. Adezivlerin Sınıflandırılması	28
2.4.2.1. Asitlenen ve Yıkanan Adezivler (Total-Etch Adezivler)	29
2.4.2.2. Kendinden Asitli Adezivler (Self-Etch Adezivler).....	30
2.4.2.3. Üniuersal Adezivler	31
2.5. Endodontik Tedavili Dişlerde Restorasyon	32
2.5.1. Cam iyonomer restorasyonlar	33
2.5.2. Amalgam Restorasyonlar	33
2.5.3. Kompozit Rezın Restorasyonlar.....	33
2.5.4. İnley, Onley, Overley ve Endo-Kron Restorasyonlar	34
2.5.5. Kron restorasyonlar	35
2.5.6. Postlar.....	35
3. MATERYAL-METOD	37
3.1. Dişlerin Seçimi ve Hazırlanması	37
3.2. Grupların hazırlanması	38
3.3. Kesitlerin Hazırlanması ve Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Kuvvetinin Ölçülmesi.....	41
3.4. Başarısızlık tipleri.....	42
3.5. İstatistiksel Yöntem ve Değerlendirme	43
4. BULGULAR	44
4.1. Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Testi Bulguları	44
4.2. SEM Görüntüleri	46
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	56
6. SONUÇLAR	67
7. KAYNAKLAR	68
EKLER.....	88

EK 1: ETİK KURUL KARARI	88
ÖZGEÇMİŞ.....	90



KISALTMALAR ve SİMGELER

%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
µm	: Mikrometre
10-MDP	: Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate
ağ	: Ağırlık
ark	: Arkadaşları
ASTM	: Amerikan Test ve Materyal Birliği
BIS-GMA	: Bisfenol-A-Glisidil Dimetakrilat
Ca	: Kalsiyum
CAD/ CAM	: Computer Assisted Design/Computer Assisted Machining
CHX	: Klorheksidin
dk	: Dakika
E&R	: Etch-and-rinse tekniği
EDTA	: Etilen diamin tetra asetik asit
g	: Gram
hac	: Hacim
HEBP	: Hidroksietiliden bifosfanat
HEMA	: Hidrofilik hidroksietil metakrilat
HOCl	: Hipokloröz asit
ISO	: International Standarts Organisation (Uluslararası standartlar organizasyonu)
LED	: Light emitting diot
Mg	: Magnezyum
ml	: Mililitre
mm/ dk	: Milimetre/dakika
mm	: Milimetre
mm²	: Milimetrekare
MMP	: Matriks Metalloproteinaz

MPa	: Megapaskal
MTAD	: Mixed Tetracycline Acid Detergent
N	: Newton
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
p	: Anlamlılık Değeri
P	: Fosfor
PKA	: Para-kloranilin
SE	: Self etch
SEM	: scanning Electron Microscopy
sn	: Saniye
TEGDMA	: Triethyleneglycodimethacrylate
UA	: Üniversal Adezivler
UDMA	: Üretan dimetakrilat

TABLÖLAR LİSTESİ

- Tablo 1.** Çalışmada oluşturulan gruplar ve hazırlanma aşamaları 39
- Tablo 2.** Çalışmamızda kullanılan materyaller, kompozisyon ve lot numaraları 39
- Tablo 3.** Test gruplarının yaşlandırma öncesi ve sonrası ortalama bağlanma değerleri, standart sapmaları ve istatistiksel farkları gösterilmiştir. 44
- Tablo 4.** Grupların kırılma tipleri 45



ŞEKİLLER VE RESİMLER LİSTESİ

Resim 1.	Smear tabakasının SEM görüntüsü (X 2,500) (32).....	6
Resim 2.	Smear tabakası kaldırıldıktan sonra dentin tübülleri ve dentin tübüllerinin pulpal açılımlarının SEM görüntüsü (42).....	7
Şekil 3.	EDTA ‘nın molekül yapısı	15
Şekil 4.	HEBP’ nin 2 boyutlu moleküler yapısı.	18
Şekil 5.	HEBP ‘nin 3 boyutlu moleküler yapısı.	18
Resim 6.	QMix solüsyonu uygulanıp smear tabakasının kaldırılması	21
Resim 7.	Mine ve dentine olan adezyonun şematik gösterilişi (136).....	27
Resim 8.	Adezyon stratejileri	29
Resim 9.	Isomet 1000 Cihazı (Buehler Precision Saw, Düsseldorf, Almanya)	38
Resim 10.	Hazırlanan örnek	40
Resim 11.	Termal siklus cihazı	40
Resim 12.	Çalışmada kullanılan materyaller.....	40
Resim 13.	Minitom hassas kesme cihazı(Struers Minitom, Struers GmbH, Kopenhag, Danimarka) ve cihaza yerleştirilmiş örnek.	41
Resim 14.	Mikrotensal uçlarına bağlanmış kesit.....	42
Resim 15.	Universal test cihazına yerleştirilmiş örnek	42
Resim 16.	Örneklerde oluşan kırılma tiplerinin yüzdelik dağılımı	45
Resim 17.	Yaşlandırma öncesi Grup 1’ e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen ‘adeziv’ tip ayrılmanın x70 ve x1000’lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....	46
Resim 18.	Yaşlandırma öncesi Grup 1’ e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen ‘koheziv’ tip ayrılmanın x70 ve x1000’lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....	46
Resim 19.	Yaşlandırma öncesi Grup 1’ e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen ‘mix’ tip ayrılmanın x70 ve x1000’lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....	46

- Resim 20.** Yaşlandırma sonrası Grup 1' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....47
- Resim 21.** Yaşlandırma sonrası Grup 1' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....47
- Resim 22.** Yaşlandırma sonrası Grup 1' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....47
- Resim 23.** Yaşlandırma öncesi Grup 2' ye ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....48
- Resim 24.** Yaşlandırma öncesi Grup 2' ye ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....48
- Resim 25.** Yaşlandırma öncesi Grup 2' ye ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....48
- Resim 26.** Yaşlandırma sonrası Grup 2' ye ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....49
- Resim 27.** Yaşlandırma sonrası Grup 2' ye ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....49
- Resim 28.** Yaşlandırma sonrası Grup 2' ye ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....49
- Resim 29.** Yaşlandırma öncesi Grup 3' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....50

- Resim 30.** Yaşlandırma öncesi Grup 3' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....50
- Resim 31.** Yaşlandırma öncesi Grup 3' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....50
- Resim 32.** Yaşlandırma sonrası Grup 3' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....51
- Resim 33.** Yaşlandırma sonrası Grup 3' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....51
- Resim 34.** Yaşlandırma öncesi Grup 4' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....51
- Resim 35.** Yaşlandırma öncesi Grup 4' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....52
- Resim 36.** Yaşlandırma öncesi Grup 4' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....52
- Resim 37.** Yaşlandırma sonrası Grup 4' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....52
- Resim 38.** Yaşlandırma sonrası Grup 4' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....53
- Resim 39.** Yaşlandırma sonrası Grup 4' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....53

- Resim 40.** Yaşlandırma öncesi Grup 5' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....53
- Resim 41.** Yaşlandırma öncesi Grup 5' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....54
- Resim 42.** Yaşlandırma öncesi Grup 5' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....54
- Resim 43.** Yaşlandırma sonrası Grup 5' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....54
- Resim 44.** Yaşlandırma sonrası Grup 5' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....55
- Resim 45.** Yaşlandırma sonrası Grup 5' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.....55

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Endodontik tedavide başarı pulpa dokusunun, vital-nekrotik kısımlarının ve kök kanal sistemi içerisindeki mikroorganizmaların tam anlamıyla uzaklaştırılması ile sağlanır (1). Tedavi prosedürlerinde yer alan biyomekanik preparasyon sırasında kanalların iyi bir şekilde şekillendirilmesi ve temizlenmesi şarttır (2). Başarılı bir temizleme için dentinin mekanik olarak uzaklaştırılması ve ulaşılamayan bölgelerdeki artıkların çözülmesi gerekmektedir. Dentinin mekanik olarak kaldırılmasında eğeler kullanılırken debrisin uzaklaştırılmasında ve ulaşılamayan bölgelerdeki artıkların çözülmesinde kimyasal yıkama ajanları kullanılmaktadır (3).

Kök kanal sisteminin kompleks yapısı nedeni ile sadece mekanik preparasyonun kök kanallarının bakterilerden ve onlara besin kaynağı olabilecek enfekte ve/ veya enfekte olmayan doku artıklarından tamamen temizleyemediği, yapılan in vitro ve klinik çalışmalarda kök kanal duvarlarında mekanik preparasyon sırasında hiç dokunulmamış alanların kaldığı ve dolayısıyla sadece mekanik preparasyon ile kök kanallarının tamamen temizlenemediği gösterilmiş ve irrigasyon işleminin son derece önemli olduğu belirtilmiştir (4, 5). Kök kanalının yıkama solüsyonlarıyla yıkanmasının esas amaçları kanal içerisindeki debris ile beraber enfekte dentin ve pulpa artıklarını uzaklaştırmak ve kanalı nemli tutarak kanal aletlerinin kök kanalı içerisinde rahatça hareket etmelerini sağlamaktır. İrrigasyon solüsyonları bu özellikleriyle birlikte antimikrobiyal özellik de taşımaktadır. Başka bir deyişle, mekanik preparasyon ve çeşitli solüsyonlarla yapılan kimyasal preparasyon, birbirlerinin başarılarını pozitif yönde etkilemektedir. Bu amaç için kök kanalı el ve döner aletlerle prepare edilirken kök kanalı yıkama işlemi ile de iltihaplı ve nekrotik artıklar bakteriler biyofilmler ve debrislere uzaklaştırmaya çalışılmaktadır (6).

Kanal yıkama solüsyonu olarak en sık kullanılan ajanlar sodyum hipoklorit (NaOCI), etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) ve klorheksidindir (CHX) (3). NaOCI antimikrobiyal olması ve doku çözücü etki göstermesi sebebiyle en yaygın kullanılan endodontik irrigasyon solüsyonudur (7, 8). Ancak smear tabakasının inorganik içeriğini uzaklaştırmada etkisizdir. Doku çözme etkisi materyalin ısıtılması veya ajitasyonu ile artırılabilir (9). NaOCI in doku çözücü etkisi sadece organik kısım ile sınırlı kaldığından inorganik parçaların uzaklaştırılmasında değişik solüsyonlarla kombine kullanımı gerekmektedir. Bu amaçla değişik organik asitlerin yanı sıra şelasyon yapan etilen diamin tetraasetik asit (EDTA) (% 15 veya % 17) ve onun farklı formülasyonları (sıvı veya jel) piyasaya sürülmüştür. EDTA kök kanal dentininin demineralizasyonunu yaparak dentin tübüllerine kök kanal patlarının daha iyi bağlanmasını da sağlar (10). Ayrıca, kök kanallarında antibakteriyel etki sağlamak için kullanılan bir diğer irrigasyon solüsyonu da CHX dir (4). CHX'in antibakteriyel etkisinin uygulamadan sonraki 12 hafta boyunca devam ettiği de bildirilmiştir (11).

Son yıllarda sistemik olarak kemik rezorbsiyonunun tedavisinde kullanılan etidronat olarak bilinen hidroksietiliden bifosfanat (HEBP) dentin yapısı üzerindeki etkileri diğer şelasyon ajanlarından daha az olduğu için endodontik irrigasyon ajanı olarak önerilmiştir (12). Ancak HEBP zayıf dekalsifiye edici solüsyondur bu yüzden eksiksiz bir irrigasyon için NaOCI ile birlikte kullanılması gerekmektedir. Bu kombinasyon hipoklorit- hipokloröz asit dengesini hipokloröz asitten daha iyi bir doku çözünme kapasitesine sahip olan ve daha az sitotoksikite içeren hipoklorite karşı dengede tutmayı sağlar (13).

QMix içeriğinde EDTA, CHX ve yüzey aktif madde bulunan bir irrigasyon ajanıdır (14). Kanalların NaOCI ile yıkanmasının ardından son yıkama solüsyonu olarak QMix kullanımı önerilmektedir. Böylece EDTA'nın smear tabakasını kaldırma etkinliği ve CHX'in antimikrobiyal ve substantivite özelliklerinden yararlanılması hedeflenmektedir (15). Ayrıca içeriğindeki deterjan ile dentinin ıslatılabilirliğinin böylece solüsyonun etkinliğinin de artırılması amaçlanmıştır (16).

Endodontik tedavi sırasında kullanılan yıkama solüsyonları pulpa odası dentinine de temas etmektedir. Bu solüsyonlar dentinin yapısını ve buna bağlı olarak da dentin-restorasyon ilişkisini etkilemektedir (17). Kanal irrigasyon solüsyonlarının, diş

kuronunda restorasyon materyali olarak kullanılan kompozit rezinlerin bağlanma dayanımlarına etki edebildiği bildirilmektedir (18).

Bu çalışmada endodontik tedavi sırasında kullanılan farklı irrigasyon ajanlarının pulpa odası dentinine bağlanan rezin kompozit üzerindeki etkisini incelemesi amaçlanmaktadır. Özellikle QMix ve etidronik asidin etkisi farklı irrigasyon ajanlarıyla karşılaştırılarak kompozitin pulpa odası dentini ile olan adezyon ilişkisine mikrogerilim bağlanma dayanımı testi ile bakılacaktır.



2. GENEL BİLGİLER

Pulpa ve periapikal dokularda patolojik değişiklikler oluşturan ana neden, travma veya çürük nedeniyle mikroorganizmaların veya oral kavitedeki diğer iritanların kök kanal sistemine göçüdür. Kök kanal tedavisinin primer amacı patolojik pulpa dokusunun, mikroorganizmaların ve ürünlerinin kök kanal boşluğundan biyomekanik yöntemle uzaklaştırılması, kontamine olmuş kök kanal boşluğunun yeniden kontaminasyonunu engellemek amacıyla, dezenfekte edilerek üç boyutlu hermetik bir şekilde doldurulmasıdır (19). Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi yapılırken kök kanalının orijinal şekli korunmalı ve kanalın en dar yeri olan foramen apikaleye kadar bu işlemler etkin bir şekilde yapılmalıdır (20). Endodontik tedavi, kron kök pulpasının tamamen çıkarılması ve ortaya çıkan boşluğun mekanik olarak prepare edilmesi esasına dayanır. Kanalın biyolojik iritanlardan arındırılması ve dezenfeksiyonu ile dentin – sement birleşiminden koronalde giriş kavitesine dek sızdırmaz bir şekilde doldurulması sürecini içermektedir (21).

Mikroorganizmalar ve/veya toksinlerinin endodontik hastalıkların oluşumunda en önemli etiyolojik faktörler olduğu 20. yüzyılın ikinci yarısında yapılan deneysel çalışmalarda ispatlanmıştır (22). Kakehashi ve ark. (22) tarafından 1965 yılında yapılan bir çalışmada germ-free farelerle konvansiyonel farelerin diş pulparları cerrahi olarak ağız ortamına ekspozede edilerek sonuçlar değerlendirilmiştir. Geleneksel farelerinin pulparlarında abse oluşumu gözükmesine rağmen, germ-free farelerin pulparlarında ekspozede alanlar dentin köprüleri ile tamir edilerek pulpa vitalitesi korunmuştur. Endodontik hastalıkların bakteriler tarafından meydana geldiğinin anlaşılmasıyla kök kanallarından mikroorganizmaların ve/veya mikrobiyal ürünlerin uzaklaştırılması endodontik tedavinin öncelikli hedefi haline gelmiştir. Kök kanalları ve periapikal dokularda irritasyon oluşturan ve uzaklaştırılması gereken faktörler arasında mikroorganizmalar ve yan ürünleri, vital ve nekrotik doku artıkları ile organik doku yıkım ürünleri söylenebilir (23).

Kök kanal tedavisinde, kök kanal sisteminin mekanik ve kimyasal olarak mikroorganizmalardan, organik ve inorganik doku artıklarından temizlenmesi ve üç boyutlu olarak doldurulması hedeflenir. Kök kanal sistemi; çevresi dentin dokusu ile sınırlanmış pulpa dokusu, pulpa dokusunun içinde yer aldığı kök kanalı ve kron kısmındaki pulpa odasından oluşur. Kök kanal kompleksinin diğer bileşenleri apikal foramen, pulpa boynuzları, aksesuar ve lateral kanallar, furkasyon kanallarıdır (3).

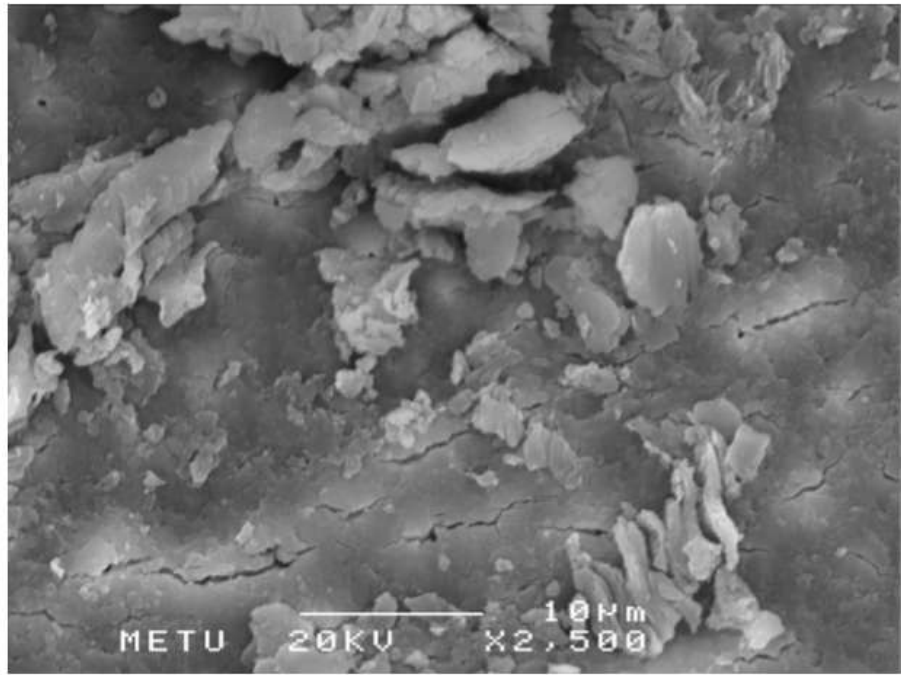
Kök kanal tedavisi, enfekte kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu ve üç boyutlu olarak doldurulmasını hedefleyen işlemler olarak tanımlanmaktadır (24). Tedavinin başarısında dezenfeksiyon ve üç boyutlu tıkama kadar önemli bir basamak da organik ve inorganik artıkların kök kanal sisteminden kaldırılmasıdır (3). Kök kanalının temizlenme ve şekillendirilmesi esnasında oluşan bu artıkların kök kanal sisteminden uzaklaştırılması irrigasyonun amaçlarından birisidir (25). Enfekte kök kanalında bulunan bakterilerin ve toksinlerinin eliminasyonu için mekanik enstrumantasyon ile birlikte kimyasal bir yöntem olan irrigasyonun da kullanılması gerekmektedir (26).

2.1. Debris

Kök kanalını temizleme işlemi sırasında kullanılan el aleti veya döner sistemlerin kesme etkinliğinin bir sonucu olarak dentin debris ortaya çıkar (27). Dentin debris; dentin parçacıkları, bakteri ve nekrotik pulpa artıklarından oluşur. Kök kanallarında oluşan debris birikimi endodontik tedavi aşamalarının bir yan etkisi olup kanal tedavisinin esas amacına engel teşkil edebilmektedir (28). İstmuslar içerisine yayılan dentin debris; buralara yerleşen mikroorganizmaların dezenfeksiyon işlemlerinden korunmasına (28) ve antiseptik materyallerin ulaşmasına engel olabilmektedir (29). Debrisin tamamen uzaklaştırılması ile irrigasyon solüsyonlarının kök kanal duvarları ile temas eder ve etkili bir dezenfeksiyon işlemi gerçekleşir. Kullanılan malzemenin tipine bakmaksızın mekanik preparasyonun yetersiz kaldığı durumlarda hastalıklı pulpa dokusunun kimyasal ajanlarla uzaklaştırılması ve dentin yüzeylerinin farklı irrigantlarla dezenfekte edilmesi büyük önem teşkil eder. Ayrıca, kök kanalları temiz olmadığında obtürasyon işlemi etkili biçimde yapılamamaktadır. Çünkü geride bırakılan organik doku artığı patın kök kanal duvarlarına adaptasyonuna engel olur (30).

2.2. Smear Tabakası

Smear tabakası ilk olarak Eick ve ark. (31) tarafından bildirilmiştir. Bu araştırmacılar smear tabakasının 0.5 - 15 µm arasında değişen partiküllerden meydana geldiğini gözlemlemiştir. Ancak kök kanalı içerisinde enstrümente edilen kanal duvarları üzerinde oluşan smear tabakası farklı yapıda olup ilk defa 1975 yılında McComb ve Smith (32) adlı araştırmacılar tanımlamıştır (Resim 1). Kavite duvarlarındaki smear tabakasının aksine bu tabakanın sadece dentin parçacıklarını değil kök kanal sisteminin preparasyonu sırasında organik pulpa bileşenleri, mikroorganizma ve artıklarının oluşturduğu organik yapı ile inorganik dentin kaynaklı debrisin kök kanal duvarlarında birikimiyle oluşan amorf ve irregüler bir yapıdır (33). Goldman ve ark. (34) kanal duvarlarındaki smear tabakası kalınlığının yaklaşık bir mikron olduğunu ve büyük bir oranda inorganik içerikten oluştuğunu rapor etmişlerdir. Bu tabaka sadece prepare edilen kanal duvarlarında oluşur ve aletin temas etmediği yüzeylerde böyle bir tabaka meydana gelmez (34).



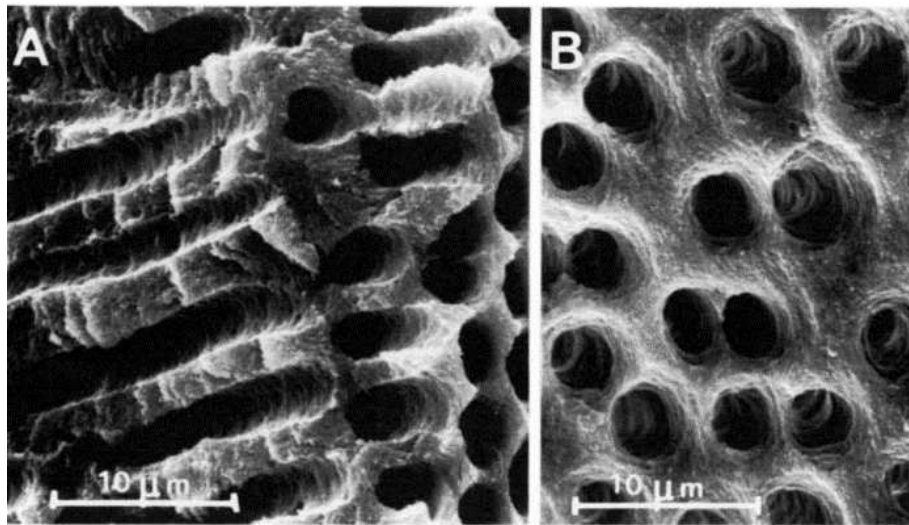
Resim 1. Smear tabakasının SEM görüntüsü (X 2,500) (32).

Smear tabakasının en üst kısmı dentin dokusunun üzerinde gevşek bir şekilde bağlanır ve dentin tübül ağızları ile intertübüler dentini tıkar. Yüzeyel smear tabakası 1-2 µm kalınlığındadır. Ancak bu kalınlık temizleme ve şekillendirme sırasında kullanılan

aletlerin tipine, kök kanalının şekline ve genişliğine, irrigasyon ajanının tipine ve miktarına göre değişiklik sergileyebilmektedir. Derin smear tabakası ise dentin tübüllerinde 40 µm derinliğe kadar uzanır (35).

Yapılan çalışmalarda smear tabakasının kaldırılıp kaldırılmaması konusunda tam bir fikir birliğine vailamamıştır (36). Bir görüşe göre, smear tabakası ile örtülen dentin tübülleri içerisine bakteriyel invazyon engellenmektedir. Bu nedenle kaldırılmamalıdır (37, 38). *Prevotella nigrescens*'in dentin üzerine adezyonunun incelendiği bir çalışmada, smear tabakasının kaldırılmadığı dentin yüzeylerinde daha fazla miktarda bakteri bulunduğunu ve smear tabakası varlığının bakteri adezyonunu ve kolonizasyonunu artırdığı rapor edilmiştir (39).

Diğer bir görüşe göre ise smear tabakası uzaklaştırılmalıdır çünkü; bakteriler smear tabakasını besin kaynağı olarak görmekte bu tabaka içerisinde yaşayıp üreyebilmektedir (40). Böylece smear tabakasını geçerek dentin tübülleri içerisinde daha derinlere doğru invaze olabilmektedir (41). Bu durumda smear tabakası kök kanallarının medikasyonu amacıyla kullanılan yıkama solüsyonları ve medikamentlerin antimikrobiyal etkinliklerini düşürmekte ve kök kanal dolgu materyalleri ile kanal duvarları arasındaki bağlantıyı zayıflatarak sızıntıya sebebiyet vermektedir (36). Bundan dolayı dentin tübüllerinin dezenfekte edilebilmesi ve bakteri içermeyen bir ortam oluşturulabilmesi için smear tabakasının mutlaka kaldırılması amaçlanmaktadır (Resim 2) (35).



Resim 2. Smear tabakası kaldırıldıktan sonra dentin tübülleri ve dentin tübüllerinin pulpal açılımlarının SEM görüntüsü (42).

2.3. Kök Kanal Tedavisinde İrrigasyon

Endodontik tedavide başarı, doğru teşhis koyup diş anatomisi ve morfolojisine ait bilgileri uygulayarak uygun tedavi planı üretme, düzgün bir şekillendirme ve dezenfeksiyon ile tüm kök kanal sisteminin kanal dolgusu ile hermetik olarak doldurulması esasına dayanır (2). Karmaşık bir yapısı olan kök kanal kompleksinden sadece mekanik enstrümantasyon ile tüm bakterileri ve doku artıklarını uzaklaştırmak söz konusu değildir. Mekanik enstrümantasyon sırasında kanalın belirli bir kısmında temas edilmemiş alanlar kalabilmektedir dolayısıyla pulpa dokusunu, bakteri ve ürünlerini, organik ve inorganik debrisini elimine etmek için şekillendirme sırasında kanalların bazı kimyasal maddeler ile yıkanması şarttır (3).

Endodontik tedavide irrigasyon, en temel şekliyle kök kanallarının çeşitli sıvıların aracılığıyla ıslatılması ve/veya yıkanması esasına dayanır. Bu işlemde amaç (43–45);

- Kök kanallarından organik ve inorganik artıkları, enfekte materyalleri, yumuşak ve sert doku ürünlerini hem fiziksel hem de kimyasal olarak kaldırmak ve böylece bu materyallerin apikal bölümde birikmesi, apikali tıkanması ve bu bölgenin ulaşılamaz hale gelmesine engellemek,
- Patojen bakterileri antibakteriyel özellikleri sayesinde uzaklaştırmak,
- Lubrikasyon sağlayarak mekanik preparasyonunun daha kolay yapılmasına imkan vermek,
- Kanal aletlerinin temas etmediği bölgeleri temizlemek ve dezenfekte etmek,
- Kök kanal dezenfeksiyonu için ara seanslarda kullanılan malzemelerin başarısını arttırmak,
- Smear tabakasını uzaklaştırmak,
- Ağartıcı özellikleri sayesinde renklenmiş dişlerin ağartılmasına imkan vermektir.

Bu amaçlara ulaşabilmek için kullanılacak ideal bir irrigasyon ajanından beklenen özellikler (44, 46).

- Organik ve inorganik doku ve debrisleri eritebilmelidir. Ulaşılamayan bölgelerdeki sert ve yumuşak doku artıklarını kolayca ortadan kaldırabilmelidir.

- Diş ve çevre dokularda toksik, karsinojenik, antijenik özellik göstermemelidir.
- Düşük yüzey gerilimi göstermelidir böylece ulaşılamayan alanlara penetre olabilmelidir.
- Lubrikasyon ile kanal aletlerinin kanalda kaymasını kolaylaştırır.
- Smear tabakasını uzaklaştırabilmeli.
- Antibakteriyel etki gösterebilmeli ve bu özelliğini kullanım sonrası kök kanallarında bir süre daha devam ettirebilmeli,
- Dentin dokusunun fiziksel özelliklerine negatif etkiler göstermemelidir.
- Kök kanal dolgusunun ve koronal restorasyonun bağlanmasına olumsuz etkisi olmamalıdır.
- Saklaması kolay, raf ömrü uzun olmalıdır.
- Etkinlik açısından kanalda kolay nötralize olmalıdır.
- Maliyeti düşük olmalıdır.
- Kullanıcıya zarar vermemelidir.
- Dişin rengini değiştirmemelidir.

Endodontik tedavi sırasında irrigasyon amacıyla pek çok solüsyon denenmiştir. Ancak bu solüsyonlardan hiçbiri istenen özelliklerin hepsine birden sahip değil ve bu yüzden de ideal bir irrigasyon solüsyonu olarak görev yapamamaktadır. Bu nedenle farklı irrigasyon solüsyonlarının beraber kullanımı günümüzde çalışmalarla denenmektedir. Günümüzde ise sık kullanılan irrigasyon ajanları; NaOCl, şelasyon ajanları (EDTA ve türevleri), klorheksidin ve “mixed tetracycline acid detergent” (MTAD) sayılabilir (3).

İrrigasyon solüsyonlarının sınıflandırılması (47):

A) Kimyasal Ajanlar

- 1) Doku çözücü ajanlar
- 2) Antibakteriyel ajanlar

2.1.) Bakteriostatik: Klorheksidin (CHX), bazı antibiyotikler

2.2.) Bakterisidal: Sodyum Hipoklorit (NaOCl) bazı antibiyotikler

3) Şelasyon yapıcılar

3.1.) Güçlü: Etilendiamintetraasetik asit (EDTA)

3.2.) Zayıf: Etidronat (HEBP)

4) Birleşik ürünler (Doku çözücü ve antibakteriyel etki): MTAD, QMix, SmearClear, Tetraclean

B) Doğal ürünler

Antibakteriyel ajanlar: Yeşil çay, Triphala

2.3.1. En Sık Kullanılan İrrigasyon Ajanları

2.3.1.1. Antibakteriyel Ajanlar

2.3.1.1.1. Klorheksidin

Klorheksidin 1953 yılından beri genel tıpta yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Piyasada dihidroklorit, diasetat ve diglukonat tuzları şeklinde bulunur. Bu tuzlar kimyasal olarak stabildir. Dişhekimliğinde daha çok klorheksidin diglukonat şekli tercih edilmektedir (48). Klorheksidin pH'sı 5,5 ile 7 arasında değişen ve antimikrobiyal aktiviteye sahip katyonik bisguaniddir.

Klorheksidin (CHX) solüsyonu uzun zamandan beri plak ve diş taşı kaynaklı periodontal hastalıkların elimine edilmesinde kullanılmaktadır. Endodontide de yaygın olarak kullanılan katyonik bir bis-guanid olup bakteri dış membranı gibi negatif yüklü yüzeylere bağlanarak etkinlik gösterir. Düşük konsantrasyonda (% 0.2) hücre duvarı geçirgenliğini etkileyerek potasyum ve fosfor gibi moleküllerin dışarıya geçişine ve reversible bakteriyostatik etkilere neden olur. Yüksek konsantrasyonda (% 2) ise sitoplazmadaki içeriğin çökelp ve bakterisit etkilere sebep olur. Kanal içerisindeki dentin ve bileşenlerinin (hidroksiapatit ve kolajen), ölü mikroorganizma ve iltihabi eksüdanın CHX'in antibakteriyel etkinliğini azalttığı bildirilmiştir. (49).

CHX molekülü gram (-) ve gram (+) organizmalara, mantarlar, fakültatif anaerob ve aeroblar, bakteriyel sporlar, lipofilik virüsler ve dermatofitlere karşı etkilidir (50). CHX'in gram pozitif bakterilere kıyasla gram negatif bakteriler üzerinde daha etkili bir

ajan olduğu rapor edimiştir (51). Kök kanal tedavisinde irrigasyon solüsyonu olarak %2'lik konsantrasyonu tercih edilir (52). Sert dokulara bağlanarak yavaş bir şekilde salınır ve uzun süreli antibakteriyel etkinlik gösterir. Bu etkisi 'substantivite' olarak isimlendirilmekte ve 12 haftaya kadar sürmektedir (53).

Aktivitesi pH'sına bağlı olup 5. 5 ile 7 arasında bir değere sahiptir. Ortamda organik materyal varsa antibakteriyel özelliği olumsuz etkilenir (50).

CHX'in NaOCl gibi inorganik doku çözme özelliğinin olmaması en önemli dezavantajlarından biridir. Ayrıca smear tabakasını kaldırmada da etkili değildir ve distile su ile aynı etkiye sahiptir. Bu sebeple CHX'in son yıkama solüsyonu olarak kullanımı önerilmekte ve kök kanallarının irrigasyonunda tek başına kullanılmaması gerektiği savunulmaktadır.

İrrigasyon solüsyonu olarak kullanılan CHX kullanımında bir diğer önemli nokta da CHX ile NaOCl arasında oluşan istenmeyen reaksiyondur. NaOCl kullanımı sonrası CHX ile kanallar yıkandığında para-kloranilin (PKA) adı verilen turuncu-kahverengi bir bileşik meydana gelmektedir (54, 55). Bu ökeltme nötr ve çözünmez yapıda olup dentin tübül ağızlarını tı kayabilmektedir. Bu sebeple NaOCl'i takiben CHX'in kullanılmaması ve irrigasyon ajanları arasında kök kanalının distile su veya alkol ile yıkanması gerektiği söylenir (45).

2.3.1.1.2. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Fransız kimyacı Berthollet tarafından 1788 yılında keşfedilen NaOCl, dezenfektan olarak ilk kez 1847 yılında Semmelweis tarafından kullanılmıştır (56). I. Dünya savaşında kimyager Henry Drysdale Dakin ve cerrah Alexi Carrel tamponlanmış %0 5'lik NaOCl ile enfekte nekrotik yaraların dezenfeksiyonunda kullanmış böylece solüsyonun kullanım alanını yaygınlaştırmışlardır. %0. 5'lik konsantrasyonu 'Dakin solüsyonu' denir. Sodyum hipokloritin geniş spektrumunun yanı sıra bütün bakterilere karşı spesifik olmayan öldürme etkisi, sporisid ve virsid olduğu ve doku çözücü etkinliğinin nekrotik dokular üzerine daha etkili olduğu keşfedilmiştir (45). Klorlanmış bu solüsyonun klinikte dokuları zarara uğratmadan ve yara iyileşme sürecini olumsuz etkilemeden güçlü antibakteriyel etki gösterdiği bulunmuştur (56).

NaOCl'in endodontik tedavide kullanımı ise 1920'li yılların başında gündeme gelmiş ve o günden bu yana hala kullanımına devam edilen bir kanal yıkama solüsyonudur (57). Kemomekanik preparasyon esnasında organik doku çözücü etkisi, antiseptik olması, düşük yüzey gerilimi ile dentin duvarlarına kolayca yayılabilmesi, kolay elde edilebilmesi ve ucuz olması nedenleriyle sıkça tercih edilir (46, 58).

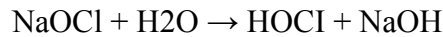
NaOCl'in kimyasal etkinliğini etkileyen faktörler konsantrasyon, yüzey temas açısı, uygulama süresi, pH, aktivasyon enerjisi, ısı ve diğer kimyasallarla etkileşimdir (47, 59). Düşük yüzey gerilimi, NaOCl'in daha dar kanallara da diffüze olup, protein ve mikroorganizmaları elimine edilmesini sağlar. NaOCl'in konsantrasyonu arttıkça antimikrobiyal etkisi ve doku çözme kapasitesi artıp daha toksik ve daha az stabil hale gelir (60). Düşük konsantrasyonları mikroorganizmalarla direkt temasta bakterisit etki göstermektedir. Ancak nekrotik dokuları eritebilmesi için daha yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç duyar. Nekrotik doku varlığında solüsyon içerisindeki serbest klorin daha hızlı tükenmektedir. Yüksek konsantrasyona sahip irrigant klorin deposu olarak vazife görebilmektedir (45). Ancak yüksek konsantrasyonların sebep olabileceği toksik ve alerjik reaksiyonlar dikkate alınıp daha düşük konsantrasyonların daha yüksek miktarlarda ve daha uzun sürelerde kullanımı veya ısı ve ultrasonik enerji gibi değişik irrigant aktivasyon yöntemlerinin kullanımı önerilmektedir. Matthias Zehnder (45), kompleks kök kanalları içerisindeki temizlenmeyen kısımların bulunmasının kullanılan solüsyonun düşük konsantrasyona sahip olması ile değil kök kanal sisteminin karmaşıklığına bağlamaktadır. Dolayısıyla % 1'lik konsantrasyonun üzerindeki hipoklorit solüsyonlarının kullanımına dair mantıklı bir gerekçe olmadığı bildirilmiştir (45).

NaOCl uygulama süresi konsantrasyonuna göre belirlenir. Özdemir HO ve ark. (61) 2010 yılında yaptıkları deneyde % 2, 5 NaOCl'in 10 dk uygulanmasının kanal biofilmini önemli derecede azalttığı sonucuna

ulaşmışlardır. % 0,5 NaOCl'in ise 30 dk uygulanmasının *E. faecalis* ortadan kaldıracığı bildirilmiştir (62). Gomes BP ve ark. (63) (2001) yılında yaptığı bir çalışmada % 5.25 NaOCl'in 30 sn, % 2. 5 NaOCl'in 10 dk, % 1 NaOCl'in 20 dk ve % 0.5 NaOCl'in 30 dk uygulanması ile *E. faecalis*'in etkin bir şekilde yok edileceğini göstermişlerdir. *E.*

faecalis kanal içindeki en dirençli bakteridir. Diğer bakterileri elimine eden birçok kimyasal solüsyon bu bakteri karşısında etkisiz kalabilmektedir (63).

Stok halinde bulunan sodyum hipokloridin normal pH' sı 11-12'dir. Ancak dış hekimliğinde kullanılan NaOCl solüsyonu pH'sı konusunda farklı görüşler vardır. Bu pH'da (pH:11-12) solüsyon aşağıdaki gibi hipokloröz asit (HOCl) ve hipoklorit iyonları arasında dengededir (64).



Sassone ve ark. (65) yaptıkları çalışmada bu pH değerinin solüsyonun kimyasal olarak daha stabil kalmasını sağladığı sonucuna ulaşmışlardır. Solüsyonun pH'sı azaldığında içerisindeki HOCl konsantrasyonu artar, buna bağlı olarak solüsyonun antimikrobiyal ve doku eritici etkileri yükselir. Hauman ve Ove (64) solüsyonun pH' sı 6 olduğunda maksimum antimikrobiyal ve doku eritici etkinin elde edildiğini bildirmiştir. Fakat bu pH'da solüsyonun içerisindeki aktif klor miktarı hızla düşeceğinden solüsyonun saklanması güçlüklerle karşılaşılabilir. Aynı zamanda, solüsyonun içerisindeki hipokloröz asit oranı yükseldikçe, toksik etkileri de artmaktadır. NaOCl'nin yüksek antimikrobiyal özelliğinin etki mekanizması tam olarak anlaşılamamış olsa da, NaOCl'ye su eklendiğinde oluşan hipoklorik asidin aktif klor içermesine bağlı olarak kuvvetli bir okside edici ajan olmasının etkili olduğu düşünülmektedir (66). Bu yüzden antimikrobiyal, doku çözücü ve toksik etkileri bir arada düşünüldüğünde, solüsyonun pH'sının 11-12 arası olması gerektiği belirtilmiştir. (46, 67).

NaOCl'in kök kanal tedavisi sırasında genel olarak % 0.5 ile % 5.25 arasındaki konsantrasyonları tercih edilmektedir (68). NaOCl'in konsantrasyonu ile toksisitesi arasında doğru orantılı bir ilişki vardır (60). NaOCl'in toksisitesi ile ilgili çalışmalarda çelişkili sonuçlar elde edilmekle birlikte çok sayıdaki vaka raporunda periapikal dokular, göz, maksiler sinüs gibi çevre doku ve organlarla teması sonucu gelişen, dayanılmaz ağrılarla karakterize şiddetli doku yıkımları bildirilmiştir (46, 69). Solüsyonun toksik etkilerinin en aza indirme amacı ile araştırmacılar etkili olduğu bilinen % 2.5-5.25 arasındaki konsantrasyonlar yerine çok daha düşük konsantrasyonlarının kullanılmasını önermişlerdir (70). Ancak konsantrasyon düşükçe sitotoksik ve irrite edici özellikleri yanında, doku çözücü ve antibakteriyel etkilerinin de belirgin biçimde azaldığı gözlenmiştir (69, 70).

NaOCl' in iyi bir irrigasyon ajanı olmasının yanında dentin adezivleri üzerine olumsuz etkisi söz konusu olabilir. NaOCl' in bağlanma dayanımı üzerine çeşitli mekanizmalar tanımlanmıştır. Sodyum hipoklorit uygulamasından sonra bağ kuvvetindeki azalma, NaOCl uygulanmış dentinden organik matrisin kaldırılmasına ve adeziv sistem için daha az bir bağlanma yüzeyi bırakmasına bağlanmıştır (71). Ayrıca, dentin organik matrisinin çıkarılması (yani, karbon atomları arasındaki bağların parçalanmasıyla dentinden kollajen fibrillerinin çözülmesi)ve kollajen birincil yapısının düzensizliği tutarlı bir hibrit tabakanın oluşumunu engeller (72). Bağlanma kuvvetindeki azalmanın olası bir başka nedeni, artık irrigasyon solüsyonları ve onların ürünlerinin, dentin tübülleriyle kolayca dentin içine yayılabilesidir. Bu kalıntı kimyasallar dentin yüzeyini kirletebilir ve rezinin dentin içine girmesine ya da resin monomerinin polimerleşmesine engel olabilir (72). Ayrıca, dentindeki hem kalsiyum hem de fosforda iyonlarındaki azalma; dentin kuvveti ve elastikiyetin düşmesinden bu durumda bağ kuvvetinin azalmasından sorumludur. Yapılan bir çalışmada uzun bir süre NaOCl uygulanmış dentin elastikiyetini ve bükülme direncini önemli derecede kaybetmiş ve bunun da kök kanal tedavisi görmüş dişlerin kırılmasında önemli rol alabileceği bildirilmiştir (73).

2.3.1.2. Şelasyon Ajanları

2.3.1.2.1. Etilen Diamin Tetraasetik Asit (EDTA)

Şelat kelimesi Yunanca yengeç kısıkağı anlamına gelen “chele” kelimesinden üretilmiştir (74). Şelatlar yüzük şekilli bağlar ile metal iyonları ve organik maddeler arasında oluşan kısmen kararlı bileşiklerdir. Şelatörlerin bu özellikleri sayesinde tıpta metal zehirlenmeleri, bakır metabolizmasında meydana gelen bozulmaların tedavilerinde tehlikeli iyonların vücut sıvıları ile atılmasında uygulanmaktadır. Şelasyon ajanları, dentindeki Ca^{+2} iyonları ile birleşerek şelat tuzları oluşturmaktadır (74).

EDTA, 1957 yılında Nygaard-Østby tarafından endodontide kullanılmaya başlanmıştır. Etilendiamine bağlı dört farklı asetil grubundan oluşur (Şekil 3). Alkali toprak iyonları ve ağır metaller ile stabilitesi oldukça fazla olan metal şelatları meydana getirir. EDTA, dentin yapısındaki Ca^{++} ile şelasyon yaparak kök kanalında bulunan inorganik dokunun uzaklaştırılmasına katkı sağlar. Dentinin inorganik komponentinin ana bileşenleri olan fosfat ve kalsiyum suda çözünebilmektedir. Çözünmüş halde bulunan kalsiyum iyonları

EDTA'ya bağlanarak çözültiden uzaklaşır ve böylece dentinden yeni kalsiyum iyonlarının çözünmesine neden olur. Bu süreç dentinin demineralizasyonu ile sonuca erer (10).



Şekil 3. EDTA 'nın molekül yapısı

Serper ve Çalt (75), farklı konsantrasyon ve pH'lardaki EDTA'nın demineralizasyon üzerine etkisini inceledikleri araştırmalarında, % 17'lik konsantrasyonda ve nötral pH'da uygulanan EDTA'nın, % 10 konsantrasyon ve pH 9' a göre dentinde daha yüksek demineralizasyon oranlarına yol açtığını belirmişlerdir.

% 17 EDTA çözeltisi, 17 g EDTA disodyum tuzu, 9.25 ml 5N sodyum hidroksit, 100 ml'ye tamamlanacak şekilde distile su eklenerek hazırlanmaktadır (46).

Nygaard-Ostby (76) diş sert dokularının, EDTA ve EDTA'nın disodyum tuzu tarafından demineralizasyonunun sabit çözünebilirlik ürünü prensibine bağlamıştır. Araştırmacıya göre mineral içeriği esas olarak fosfat ve kalsiyumdan oluşan dentin gibi lipofobik maddeler su içerisinde çözünebilir. Bu reaksiyona EDTA'nın disodyum tuzu eklendiğinde, solüsyondan kalsiyum iyonları uzaklaştırılır. Bu da dentinden daha fazla iyonun, eriyebilirlik ürününün sabit kalabilmesi için, çözünmesine yol açar. Böylece şelatörler dentinde dekalsifikasyon oluştururlar (77).

EDTA'nın başarısı konsantrasyon ve pH'a bağlı olduğu gibi uygulama süresine de bağlıdır. Çalt ve Serper (75) pH 7.5 ve % 17 EDTA ile yaptıkları SEM çalışmasında, EDTA'nın 1 dakika süreyle uygulanmasının smear tabakasını ortadan kaldırdığını ve sürenin artırılmasına balı olarak peritübüler ve intertübüler dentinde erozyon meydana geldiği sonucuna ulaşmışlardır.

EDTA preparasyonları sıvı veya jel tip olmak üzere iki şekilde piyasaya çıkmıştır. Çeşitli çalışmalarda sıvı ya da jel şekli EDTA preparatlarının 1 ve 5 dakikalık uygulamalarının iyi bir temizleme etkinliği sağladığı bulunmuştur (75, 77). Sıvı veya jel şelasyon maddelerinin uygulama süreleri ile ilgili üzerinde uzlaşmış bilgiler mevcut değildir. Temizleme etkisinin şelat uygulanmasından birkaç dakika sonra başladığı görülmektedir (46). Tüm bu sonuçlara rağmen klinik kullanımda jel ve sıvı şelasyon maddeleri için uygun miktar ve uygun çalışma zamanına yönelik fikir birliğine varılamamıştır (78).

Etilendiamintetraasetik asidin limitli olsa da belli bir antibakteriyel etkisi mevcuttur (79). Bunun, bakterilerin hücre duvarındaki katyonların şelasyonuna bağlı olarak uzun süre bakteri temasıyla olduğu düşünülmektedir. EDTA, Gram (-) bakterilerin hücre membranındaki katyonlarla birleşerek hücreleri stabilize eder. Lipopolisakkaritlerin açığa çıkmasına neden olur. Aynı zamanda bazı antibakteriyel bileşiklerin kimyasal aktivitelerini artırdığı ileri sürülmektedir. EDTA'nın antimikrobiyal özellikleri solüsyonun pH'sına ve konsantrasyonuna ilgilidir. % 10 EDTA solüsyonunun bakteriler üzerinde antimikrobiyal etkisi varken, daha düşük konsantrasyonlardaki (% 0.03 - 1) EDTA solüsyonlarının etkisi çok az olmakta veya hiç olmamaktadır (10). EDTA'nın antibakteriyel etkinliğinin, bütün şelatörlerin metal iyonları ile bağlanana kadar sürdüğü bildirilmiştir (80).

EDTA inorganik doku eriticisi olduğundan smear tabakasının organik kısmına etki etmesi için, NaOCl ile birlikte kullanımı tavsiye edilir EDTA ve NaOCl'nin birlikte kullanımı ile hem temizleme hemde antimikrobiyal özellikleri daha etkin hale gelmektedir (3, 10, 81). Nui ve ark. (82), EDTA ve EDTA ile NaOCl'nin birlikte kullanımını SEM ile karşılaştırdıkları araştırmalarında, EDTA sonrasında NaOCl kullanımının kök kanalından daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde Crumpton ve ark. (90), EDTA ve NaOCl'nin birlikte uygulanmasının smear tabakasının uzaklaştırılmasında daha başarılı olduğu sonucuna ulaşmıştır. EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanımı önerilse de bu iki kimyasal ajan aynı anda kullanıldığında aralarında birtakım kimyasal etkileşimler meydana gelmektedir. Ortamda NaOCl varlığında, EDTA kalsiyum ile şelat oluşturma özelliğini korurken, NaOCl'nin doku çözücü etkinliği EDTA varlığında olumsuz etkilenmektedir (3, 10). NaOCl solüsyonuna EDTA eklendiği zaman, solüsyondaki serbest klor miktarı düşer (83). Bu etkileşimler

nedeniyle her iki solüsyonun aynı anda veya birbirleriyle karıştırılarak kullanılması önerilmemektedir (10).

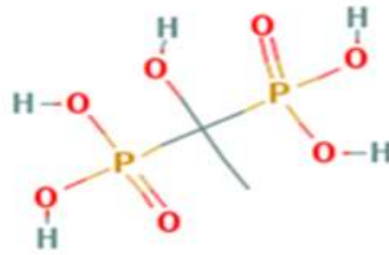
EDTA, nötr pH' da hafif şelatör olarak işlev görür ve inorganik dokuda demineralizasyona yol açar. Konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olarak dentin üzerinde farklı etkiler üretir (2). EDTA dentinin yalnızca mineral içeriği değil suda çözünebilir fosfoproteinlerini de kaldırır. Buna bağlı olarak da dentinin geçirgenliğini arttırır. EDTA ile dekalsifiye edilen dentinde gerilim dayanımının ve elastisite modülünün düştüğü bildirilmiştir (84–86).

EDTA güçlü bir demineralize edici etkiye sahip olduğu için, dentinal tübüllerin genişlemesine, dentin yumuşamasına ve kollajen liflerinin denatürasyonuna neden olur (87). Bu etkiler kök kanalı dolun malzemelerinin ve üst restorasyon için rezinin adaptasyonunda zorluklar oluşturabilir. EDTA, hidroksiapatit kristallerinde kalsiyum iyonlarıyla tepkimeye girerek kalsiyum iyonlarını dentinden uzaklaştırır, demineralizasyon yapar böylece dentinin sertliğini de azaltır. Ca^{2+} iyonları oranındaki değişim, dentinin organik ve inorganik komponentini etkileyebilir, bu durum dentin mikro sertliğini azaltır, geçirgenliği ve çözünürlük özelliklerinde değişiklik ile sonuçlanır (88). Dentin adezyonu bonding alanındaki demineralizasyon sonrası dentin yüzeyinde kalan Ca^{2+} un varlığına bağlıdır ve yüzey Ca^{2+} unun azalması bazı adeziv materyallerin yapışma dayanıklılığını önemli derecede azaltır (89, 90).

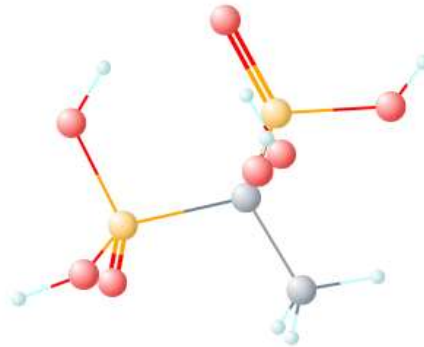
2.3.1.2.2. 1-hydroxyethylidene-1,1-bisphosphonate (Etidronik Asit) (HEBP)

Etidronik asit, bir dizi hücrel mekanizma yoluyla kemik resorpsiyonunu engellediğine inanılan, oral ve intravenöz olarak kullanılabilen aktif bir bisfosfonattır. Etidronik asit mineralize kemik matriksinde hidroksiapatit kristalleri üzerine adsorbe edilir. Hem in vitro hem de in vivo olarak kemik rezorpsiyonunu inhibe eder ve eksensel iskelette gözle görülür değişiklikler oluşturur. Etidronik asit, yüksek derecede suda çözünür bir maddedir buna bağlı olarak da lipid membranlar boyunca difüzyonu zayıftır (91). Etidronik asit osteoporoz veya paget hastalığından muzdarip hastalar için ilaç olarak kullanılmış ve dentin yapısı üzerinde gözlemlenen daha az etki nedeniyle geleneksel şelasyon maddelerinin yerine geçmesi önerilmiştir (12). Antimikrobiyal özelliğe müdahale etmeden NaOCl ile karıştırılabilen eşsiz şelatör olarak kabul edilmiştir (92).

Etidronik asit (HEDP veya HEBP) azot içermeyen bisfosfonat, su arıtımında gıdada sanayisinde dezenfeksiyon amacıyla kullanılır (93). Doğal bir bileşik olan pirofosforik asidin sentetik bir analogudur ve diğer tüm bisfosfonatlar gibi, terminal karbon atomunda bir çift fosfonat grubu içerir (Şekil 4, Şekil 5). Bu konfigürasyon enzimatik hidroliz ve kalsifiye kemik matrisi için spesifik bağlanma afinitesine karşı direnç kazandırır, böylelikle etidronik asidin, bir enzim önleyici olarak kemik rezorpsiyonunun tedavisinde olumlu etkilidir (91).



Şekil 4. HEBP'nin 2 boyutlu moleküler yapısı.



Şekil 5. HEBP'nin 3 boyutlu moleküler yapısı.

1-hydroxyethylidene-1,1-bisphosphonate; HEBP etidronik asit veya etidronat olarak bilinmektedir. Dentin üzerine gözlenen etkileri nedeniyle, antimikrobiyal ve proteolitik özelliklerini etkilemeksizin sodyum hipoklorit ile birlikte kullanılabilirdiği için eşsiz bir şelasyon ajanı olduğu bildirilmektedir. EDTA'nın aksine zayıf dekalsifiye ajandır bu yüzden son yıkamada tek başına kullanılamaz. HEBP smear tabakasını tamamen uzaklaştırmak için 5 dakikaya ihtiyaç duyan zayıf şelasyon ajanıdır (94).

HEBP'nin daha eksiksiz bir kök kanal irrigantı olarak kullanılmak üzere sodyum hipoklorit ile karıştırılarak kullanımı tavsiye edilmektedir. HEBP'nin klinikte kullanılan

konsantrasyonları % 9 ve % 18 liktir. NaOCl ve etidronat arasındaki kimyasal reaksiyonlar açısından çok az şey belgelenmiştir; Ancak asetik asite indirgenliği düşünülmektedir. Karıştırıldıktan sonra bir saate kadar % 5 NaOCl ve % 18 etidronat içeren bir çözeltinin pH aralığı 8.6 - 8.7' dir (95). Bununla birlikte, pH aralığı, NaOCl konsantrasyonuna bağlıdır; yani daha düşük konsantrasyonlara sahip olan NaOCl ile olan kombinasyon daha yüksek pH'lara sahiptir (95). Bu solüsyonların kombinasyonu EDTA'nın tersine HEBP'nin klorit-hipokloröz asit dengesi sırasında hipoyu muhafaza etmesi açısından avantajlıdır bu yüzden de daha az sitotoksositeye sahiptir (96). Kombinasyon şeklinde kullanılmasının doku çözücü aktiviteyi artırdığı bildirilmektedir (97). Smear tabakası üzerindeki etkisi sayesinde, HEDP deneysel olarak enfekte olmuş kök kanallarında NaOCl'nin dezenfeksiyon etkinliğini artırabildiği bulunmuştur (98). Girard ve ark. (99) yaptığı bir çalışmada HEBP'nin NaOCl ile karıştırılıp kullanıldığında biyomekanik preparasyon sırasında smear tabakasının oluşmadığı gözlemlenmiştir. Buna ek olarak da isthmus bölgesindeki sert doku birikimi azaldığı bulunmuştur.

Bir çalışmada EDTA, sitrik asit (CA), sodyum trifosfat, amino tris metilen fosfonik asit (ATMA) ve HEBP'nin NaOCl ile etkileşimi sonucunda klor miktarında meydana gelen değişim incelenmiştir (92) % 7-10 konsantrasyon aralığındaki HEBP'nin kök kanal şekillendirilme aşamasında NaOCl ile birlikte güvenle kullanılabileceği belirtilmiştir. Girard ve ark. (92) yaptıkları bir çalışmada HEBP, EDTA ve hidrojen peroksit içeren piyasada satılan macun-tipi şelatör ile hipokloritin uyumluluğuna bakmışlardır, HEBP en üstün kalsiyum şelatlama kapasitesine ve smear tabakasını kaldırma yeteneğine sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Tartari ve ark. (100) yaptıkları çalışmada HEBP ve NaOCl karışımının kök kanalının şekillendirilmesi sırasında aktif kaldığı için yan etkiler orataya çıkarabileceğini savunmuşlardır. Çalışmalar bunun dentin sertliği ve apikalde kanal deviyasyonlarında artışa neden olabileceğini göstermiştir.

Şelasyon ajanı olarak kullanılan etidronik asit irrigasyon protokolleri sırasında dentinin mikrosertliğinde düşüslere neden olmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar HEBP'nin, dentin içerisinde diğer şelatlama ajanlarından daha az agresif olan zayıf bir kalsiyum bağlayıcı ajan olduğunu doğrulanmaktadır (101). Yapılan bir çalışmada son irrigasyon

ajanı olarak % 17 EDTA, MTAD ve % 18 HEBP kullanılmış ve dentinin mikrosertliğine etkileri değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre HEBP uygulanan örneklerde en yüksek dentin mikrosertliği olduğu bildirilmiştir (102).

HEBP, zayıf bir şelasyon ajanı olduğundan çok ciddi boyutlarda dentin demineralizasyonuna neden olmaz. EDTA' ya göre Ca/ P oranında daha az değişiklik yapar (101). HEBP' nin, diğer ajanlara kıyasla dentin duvarı üzerinde eroziv etkisi yoktur ve Ca/ P oranı, dentin yüzey pürüzlülüğü ve mikro sertlik üzerinde optimum etkiye sahiptir.

2.3.1.3. QMix

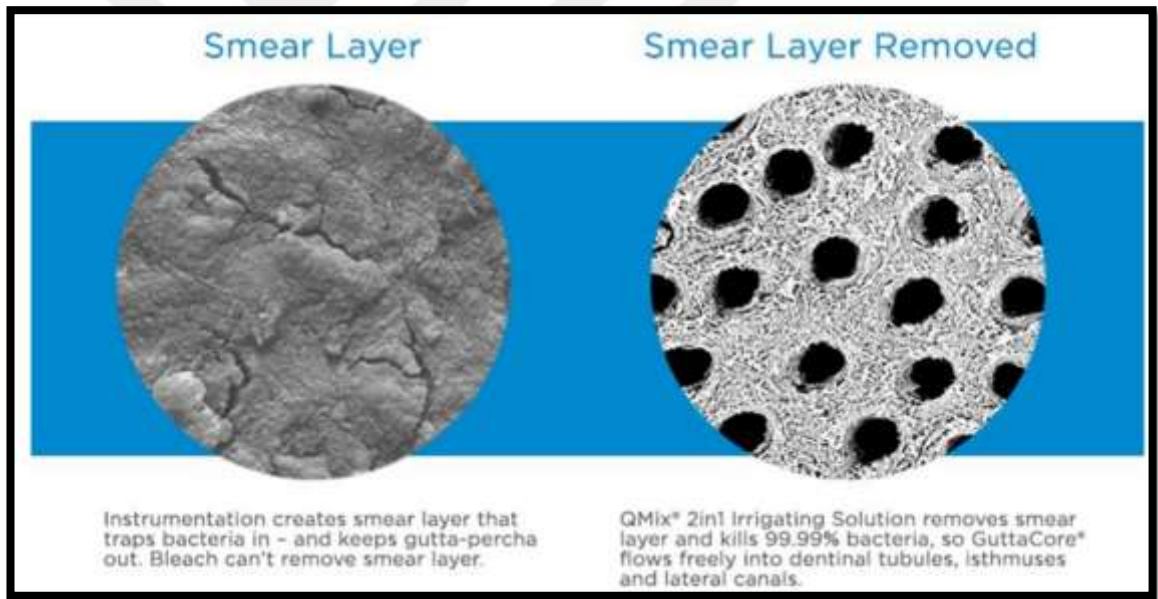
Haapasalo ve ark. (68) tarafından geliştirilen kök kanal tedavisinin en son basamağında tercih edilen bir son yıkama solüsyonudur. Yapısında antimikrobiyal ajan bulundurur ve smear tabakasını uzaklaştırmak için geliştirilen pH'ı 7,5 olan yeni bir endodontik irrigasyon solüsyonudur. QMix, EDTA ve CHX ve deterjan içermektedir. Şelasyon ajanına deterjan eklenmesi yüzey gerilimini azlattığından dentinin mikrosertliğinde de azalmaya yol açar buna bağlı olarak da şelasyon ajanının kök kanal duvarlarına kolayca nüfuz etme yeteneği artırılır (103). Yüzeyin ıslanabilirliği artarsa adeziv ve kompozit arasındaki bağlanma kuvveti de olumlu etkilenir. Optimum ıslanabilirliği sağlamak için, yüzey enerjisi mümkün olduğu kadar yüksek olmalı ve temas eden sıvının yüzey gerilimi mümkün olduğunca düşük olmalıdır (125). QMix karıştırılma gerektirmeyen kullanıma hazır berrak bir solüsyondur (15).

EDTA ve CHX'in karıştırılmasının beyaz bir çökelti oluşturduğu bilinmektedir (104). QMix' de ise bu durum kimyasal dizaynı nedeniyle önlenmiştir. Son yıllarda endodontik irrigasyonda NaOCl ve CHX arasında meydana gelen karsinojenik çökelti oluşumu endişe edicidir. CHX'in içermesine rağmen NaOCl'in QMix ile karıştırılması herhangi bir çökelti oluşturmamakta ve solüsyon kahverengi-turuncu renge dönüşmemektedir (15).

İçeriğinde antimikrobiyal ajan olarak bisbiguanide, kalsiyum, şelat yapıcı olarak poliaminokarboksilik asit saline ve surfaktan karışımı bulunur. *E.faecalis* ve *C.albicans*'a karşı QMix, % 5.25'lik NaOCl ve % 2'lik klorheksidinden daha üstün antimikrobiyal aktiviteye sahiptir (105). Pulpal debris ve kanal duvarlarından smear

tabakayı uzaklaştırma yeteneği ile ilgili sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (Resim 7). Ancak bir çalışmada smear tabakasını kaldırmada, QMix solüsyonunun % 17'lik EDTA'ya göre daha üstün olduğu saptanmıştır (106).

Karışımındaki CHX'in benzersiz bir avantajı, dentin üzerine adsorbe olabilmesi ve dentin yüzeyi üzerinde mikrobiyal kolonizasyonu önlemesidir (204). Karışımındaki EDTA'nın avantajı ise tek başına kullanıldığında antibakteriyel etkiye sahip olmasa da, gram negatif bakterilerde katyonları (Mg^{+2} ve Ca^{+2}) bakteri hücre zarından kenetleyerek ve kaldırarak ve geçirgenliğini artırarak hücre duvarı hasarına neden olabilir (205). QMix içerisindeki; EDTA dentinin demineralizasyonunu, CHX ve deterjan ise yüzeyin ıslanabilirliğini artırır. Ayrıca CHX, rezin kompozit restorasyonlarının koronal dentin ile bağ direncini olumsuz etkilemez (118).



Resim 6. QMix solüsyonu uygulanıp smear tabakasının kaldırılması

2.4. Adezyon

Günümüzde restoratif diş hekimliğinde, minimal invaziv yaklaşımla estetik ve fonksiyonun sağlanması esas alınmıştır (107). Restorasyonun tutuculuğunu arttırmak için hazırlanan geleneksel kaviteler yerine daha konservatif kaviteler hazırlanıp, adeziv metodlarla tutuculuk elde edilmeye çalışılır. Amerikan Test ve Materyal Birliği (ASTM)'nin **adezyon** tanımı şu şekildedir; iki yüzeyin birleşme, bağlanma ya da hem birleşme hem bağlanma içeren kuvvetlerle bir arada tutulmasıdır (108).

Adezyon kelimesi, Latince ‘adharee’ (tutunmak, yapışmak) kelimesinden gelmektedir. Bağlanmayı sağlayan materyale adeziv, adezivin uygulandığı materyale ise aderent denir. Aderentin adezivle birleştiği bölgeye ise arayüz denir. Adeziv genellikle, iki substratı bağlayan ve kuvveti bir yüzeyden diğerine aktarabilen visköz bir likittir. Adezyon ya da adeziv kuvveti; bir adeziv bağlantısının, çekme kuvveti kapasitesinin ölçüsüdür (36). Bu terminolojiye göre bağlayıcı sistemler adeziv, diş sert dokuları ise aderenttir.

Basitçe adezyon mekanizması şöyledir; mine ve dentinin asitle pürüzlendirilmesiyle kalsiyum fosfatlar yüzeyden kopar, mikroporöziteler oluşur. Uygulanan adeziv rezin polimerize edildiğinde bu poröziteleri doldurur ve hibridizasyon gerçekleşir. Bunun sonucunda mikromekanik bağlanma sağlanır (109). Diş hekimliğinde aderentler oldukça çeşitli olabilir (mine, dentin, amalgam, kompozit, seramik, metal, cam iyonemer, v.b.). Adezivler tek bir arayüz (örneğin sealants materyalleri, metaller, seramikler) veya birden fazla arayüz (dentine bağlanmış kompozit, diş yapılarına bağlanmış seramik, seramik restorasyonlar) içerebilir. Herhangi bir arayüz adezyon veya kohezyon içerebilir. Aynı türden moleküller arasındaki çekim kuvveti ise “kohezyon” adı ile bilinmektedir. Kohezyon, maddeyi oluşturan molekülleri bir arada tutar. Maddenin yapısal bütünlüğünden ve biçimini koruyabilmesinden sorumludur (110). Kohezyon birbirine bağlanmış materyalleri, adezyon ise birbirine bağlanmış farklı atom yada molekülleri tanımlamaktadır (111).

Adezyon (bağlanma) için üç farklı mekanizmadan bahsedilir (112)

1. Fiziksel bağlanma: Hidrojen bağları, Van der Waals kuvvetleri veya diğer elektrostatik etkileşimler gibi sekonder kuvvetler sonucu farklı yapıdaki düz yüzeyler arasında gerçekleşen oldukça zayıf bir bağlanma türüdür.
2. Kimyasal bağlanma: Farklı yapıdaki atomların yüzeyleri arasında oluşan bağlanmadır. İyonik kovalent, metalik bağlar gibi primer kimyasal bağların etkisi ile oluşur.
3. Mekaniksel bağlanma: Girintili çıkıntılı yüzeylerin birbiri ile karşılıklı kilitlemesi esasına dayalı oldukça güçlü bir adezyon türüdür ve başarılı bir adeziv ilişkinin temelini oluşturur. Mekanik adezyonda adeziv ve substrat arasında bir çekim meydana gelmez.

Adeziv, adherentin yüzey düzensizliklerinin içine penetre olur ve mekanik kilitleme oluşur (110).

Diş hekimliğinde diş dokularına olan adezyon en çok mekanik yolla meydana gelmektedir. Fiziksel bağlanma genellikle çok zayıf, kimyasal bağlanma kuvvetli, mekanik bağlanma ise çok kuvvetli bir bağlanma oluşturmada oldukça etkilidir (110).

Başarılı bir adezyonun meydana gelebilmesi için adeziv ve aderente ait bazı özellikler bağlanmada oldukça etkilidir; diş yüzeyi, yüzey pürüzlülüğü, yüzey gerilim değeri, doğru yüzey açısı/iyi ıslanabilirlik, yeterli akıcılıkta düşük viskoziteye sahip adeziv, adezivin sertleşmesi (110).

Adeziv adherent yüzeyi üzerinde ne kadar iyi akar ve yüzeyi ne kadar iyi ıslatırsa o kadar kuvvetli bir bağlanma oluşur. Adezyonun en önemli prensibi birbirine bağlanacak iki materyalin birbirleri ile yeterli ve son derece yakın bir temasta olmasıdır. Yüzeyin ıslatılması, yüzey üzerindeki damlanın kontak açısı ile karakterizedir. Adherent yüzeyine damlatılan adezivin oluşturdugu damla parçasına her iki maddenin birlestigi yerden çizilen teğet ile adherent yüzeyi arasında oluşan açı ‘kontakt açısı’ ya da ‘değim açısı’ olarak ifade edilir. İdeal kontak açısı sıfır dereceye yakın olması gerekmektedir (113). Yakın bir temasın yanında adeziv ajanın, yüzeyi yeterli ve iyi bir şekilde ıslatması, ajanın yüzey gerilimi adherentin yüzey enerjisinden az olduğu takdirde gerçekleşecektir (114). Adezivin adherente kolayca yayılabilmesi iyi bir bağlanma için şarttır. Adezivin akışkanlığı ise onun vizkozitesi ile ilgilidir. Adezivin viskozitesi, katı yüzeyi yeterince ıslatabilmesi ve mikroporozitelere penetre olabilmesi için yeterli derecede düşük olmalıdır (113).

2.4.1. Diş Hekimliğinde Adezyon

Diş hekimliğinde adeziv sisemlerin kullanılması; Buonocore’un 1955 yılında mineye 30 saniye % 85’lik fosforik asit uygulamasıyla, mikromekanik retansiyon fikrini ortaya atmasıyla başlamıştır. Bu, Minimal İnvaziv Dişhekimliği’ nin öncü araştırmasıdır (115). Rezin monomerlerin pürüzlendirilmiş mine yüzeyinde oluşan mikro boşlukları infiltrasyonu ile elde edilen mikromekanik bağlanma kavite preparasyonlarında konservatif tedavi yaklaşımlarının gelişmesini sağlamıştır. Fosforik asit ile minenin pürüzlendirilmesi, rezinin “prizma benzeri” resin tagleri oluşturmak için nüfuz ettiği

mikro gözeneklerin oluşumuyla sonuçlanır ve ağırlıklı olarak mineye mikromekanik bağlanmayı sağlar (116). Rezin esaslı materyal ile mine arasında güvenilir ve sürekli bağlanmanın görülmesi, 1970'lerin sonlarında aynı sonucun dentinde de elde edilip edilemeyeceğinin sorgulanmasına neden olmuş ve bu amaçla fosforik asidin dentin yüzeyinde de kullanılabileceği fikri ortaya atılarak günümüzdeki adeziv sistemlerin doğuşu sağlanmıştır (117).

Dental adezivler, rezin-diş dokusu arasında etkileşimi sağlayan rezin monomerlerdir (118). Adeziv sistemler hem hidrofilik hemde hem de hidrofobik uçlardan oluşmaktadır. Hidrofilik kısımlar diş sert dokularının ıslanabilme özelliğini arttırırken, ikincisi de restoratif materyal ile ko-polimerizasyona ve etkileşime izin verir (119). Adezivler kimyasal içerik olarak başlatıcılar, inhibitörler veya stabilizatörler, solventler ve bazı durumlarda inorganik doldurucuları barındırır (119).

2.4.1.1. Mineye Adezyon

Diş minesini insan vücudunun en sert ve dayanıklı dokusudur. Gelişimini tamamlamış minenin inorganik doku oranı ağırlıkça % 95 ile % 98 arasında değişirken bu oran hacimce % 86'dır. Geri kalan kısım su (ağ % 4, hac % 12), ve organik dokudan (ağ % 1 - % 2, hac %2) oluşur (120).

İnorganik yapının büyük bir kısmı hidroksiapatit kristallerinden, organik kısım ise çözünebilir ve çözünemez proteinler ile bir miktar karbonhidrat ve lipitten meydana gelir (121). Minenin histolojik yapı birimleri, birbirlerinden 1 µm aralıklarla sıralanan 4-6 µm çapındaki mine prizmalarıdır. Bu şekiller mikron altı kristalitlerin, üç boyutlu sıralanıp, ardı ardına dizilip yayılmasıyla oluşur. Bu dizilim bir devamlılık ve bütünlük gösterir (122). Prizmaların direncini kristalitlerin dizilim şekli verir. Her apatit kristali binlerce atomdan oluşur ve bu atomlar hegzagonal şekil meydana getirir (122). Mine prizmalarının yüzeyde sonlanan uçları anahtar deliği görüntüsü verirken, mine dentin sınırında diş dış yüzeyinde dik bir şekilde sonlanır. Prizmalar arası, interprizmatik substans adını alan materyal ile doludur (112). Minenin yapısı derinliğe ve lokalizasyona bakmaksızın, daha dış yüzeydeki aprizmatik mine hariç hemen hemen tüm kısmı yapısal olarak homojendir. İnorganik yapının fazla olması nedeni ile yüzey enerjisi daha yüksektir (121).

Mine dokusunun en önemli olumsuz özelliği kendi kendini tamir etme kabiliyetinin olmamasıdır. Buna bağlı olarak da minede meydana gelen hasar sadece restoratif materyal ile kompanse edilebilir (123).

İşlem yapılmamış mine yüzeyi pürüzsüz düzgün ya da plakla kaplı olabilir. Bu durum herhangi bir materyalin diş yüzeyi ile sıkı kontakta geçmesine engel olacağından mine asitleme işlemi ilk olarak Buonocore tarafından 1955'te geliştirilmiştir (124). Asitleme sonrası minenin serbest yüzey enerjisi ve yüzey alanı artar. Asitleme işlemi mine yüzeyinden ortalama 10 µm doku kaldırır ve 5-50 µm pöröz bir tabaka oluşturur (113). Takiben uygulanan bağlayıcı ajan mikroporoziteler arasına geçip burada polimerize olur. Mineye olan bağlantıyı retantif rezin uzantıları (taglar) oluşturur (Resim 7). Mine prizmaları arasında oluşan taglar makrotag olarak ifade edilirken, her prizmanın sonunda oluşan çok sayıdaki küçük taglar ise mikrotag olarak isimlendirilir. Mikrotaglar daha fazla alana yayıldığından bağlanmada daha önemlidirler (123).

2.4.1.2. Dentine Adezyon

Dentin ektomezenşim kökenli ve kollajenden zengin bir organik matriksin mineralize olmasıyla oluşur (112). Dış etkenlere karşı savunma mekanizması geliştirebilen canlı ve dinamik bir dokudur (125). Minenin aksine dentin daha yüksek oranda su (ağ % 12) ve organik dokuya (ağ % 18) sahiptir. Organik doku esas olarak Tip I kollajen, inorganik doku ise hidroksiapatittir (126). Hidroksiapatitin ağırlıkça oranı ise % 70'dir (194). Yapısal olarak adezyona daha etkili olan şey dişin yapısal bileşenlerin hacimsel oranlarıdır. Dentinde, organik doku (hac % 25) ve suyun (hac % 25) toplamı kadar inorganik doku (hac % 50) bulunmaktadır (113). Yapıdaki organik ve inorganik bileşenler intertübüler ve peritübüler dentinde eşit olmayan şekilde dağılmıştır. Bu yüzden dentin heterojen bir yapıya sahiptir.

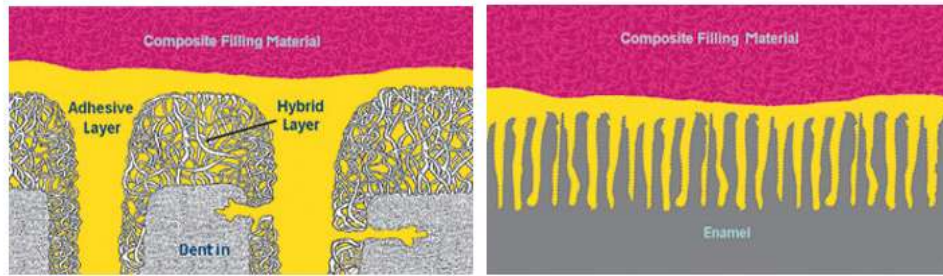
Dentini oluşturan ana yapılar; tübüller, odontoblast uzantıları, peritübüler dentin ve tübüller arasını dolduran intertübüler dentindir. Dentin tübülleri pulpa ile direk temasta olan odontoblastik uzantılar içerirler. Tübüllerin çevresinde yüksek derecede mineralize peritübüler dentin vardır. Tübüller arası mesafeyi de dentinin en fazla kısmını oluşturan intertübüler dentin oluşturur. İntertübüler dentin daha az mineralizedir ve daha fazla organik kollajen matris içerir. Adeziv sistemlerin güçlü bağlandığı intertübüler dentinin

derin dentinde daha az bulunması adeziv sistemlerin bağlanma dayanıklılığını azaltmıştır (127).

Dentin dokusunun organik içeriğinin mineye göre daha fazla olması, yüksek oranda kollojen içermesine bağlı olarak ideal bir bağlanma sağlamak oldukça zordur (128). Yüksek organik içeriğinin yanı sıra dentin, pulpayı mine-dentin sınırına bağlayan yoğun bir tübül yapısı ve bu tübülleri dolduran dentin sıvısı içermektedir. Bunların yanında, kavite preparasyonu sırasında oluşan smear tabakası bağlanmayı olumsuz etkileyen faktörlerdendir (129). Tüm dentin boyunca sayısız dentin kanalcığı bulunmaktadır ve bu kanalcıklar dentini son derece geçirgen bir yapı haline getirirler (130). Dentin kanallarının çapı ve sayısı dentin dokusunun derinliklerine göre değişmekte ve adeziv sistemin bağlanma dayanımını etkilemektedir (131). Pulpaya yakın yüzeydeki dentin kanalcıklarının çapı 2,5 μm iken bu genişlik mine-dentin sınırında 0,8 μm düşer. Aynı şekilde dentin kanalcıklarının sayısında pulpa tarafında 45000/ mm^2 civarında iken mine-dentin sınırında 20000/ mm^2 civarına düşer (132).

Smear tabakası; kavite preparasyonu sırasında frez ya da benzeri kesici el aletleri ile yapılan işlemler sonucunda dentine yapışık bir halde ortaya çıkan yaklaşık 1-5 μm kalınlıkta olan gözenekli ve amorf görünümde bir tabakadır. Yapısında inorganik dentin parçacıkları, denature kollojen, odontoblast uzantıları, kan hücreleri, bakteri ve tükürük içerir(108, 133). Bu tabaka bir difüzyon bariyeri gibi görev yaparak dentin yüzeyini örter, dentin tübüllerinin ağızlarını kısmen tıkayıp 1-2 μm 'lik smear tıkaçları (smear plug) oluşturur. Böylece tübül içindeki sıvı hareketlerini ve dentin geçirgenliğini azaltır, ağız sıvılarının, mikroorganizma ve toksinlerinin pulpaya difüzyonuna engel olur (134). Smear tabakasının tamamen ya da kısmen uzaklaştırılması “conditioner” adı verilen asidik ya da şelasyon yapıcı ajanların uygulanması ile mümkündür. Dentine asit uygulandığında smear tabakası ortadan kalkar ve yüzeyel demineralizasyon sonucunda kollajen fibrillerin arasındaki mikropöröz alanlar oluşur (135). Dentin geçirgenliği 5-20 kat artar. Asit uygulaması ile dentin dokusunun yüzey enerjisi düşer. Takiben uygulanan primer bu değeri artırır. Asit uygulaması dentin tubüllerinin ağzını huni biçiminde açar peritübüler dentini ortadan kaldırarak intertübüler dentinin 3-7 μm derinlikte dekalsifiye olmasını sağlar. Bu da rezinin intertübüler penetrasyonunu sağlar. Primer uygulaması uzaklaşan hidroksiapatitin bıraktığı boşlukları doldurur ve intertübüler dentindeki kollajenlerin çevresinde ağ şeklinde bir tabaka oluşturur. Kollajen, kopolimer ve

polimer ile sarılmış hidroksiapatitten oluşan rezin ile güçlendirilmiş bu tabakaya hibrit tabaka, oluşum sürecine ise hibridizasyon denir (Resim 7). Böylece, monomerin mikromekanik iç kilitlemesi için mikroretantif bir ağ (hibridizasyon) oluşmuş olur. Bu tabaka ilk olarak 1982 yılında Nakabayashi tarafından tanımlanmıştır. Primerin bir ucu hidrofobik diğer ucu hidrofilik grup bulunur. Hidrofilik ucu diş dokuları ile bağlanırken hidrofobik ucu adeziv ile reaksiyona girer. Primer dentinin yüzey gerilimi ve dolayısıyla ıslanabilirliğini artırır. Primer demineralize dentinin porozitesini korurken nemli kollajen ağındaki su ile yer değiştirir. Yüzey koşulları değiştirilmiş ve primer uygulanmış dentin yüzeyine hem dentin hem de rezine bağlanabilen adeziv uygulanır (123).



Resim 7. Mine ve dentine olan adezyonun şematik gösterilişi (136).

2.4.1.3. Pulpa Odası Dentini ve Devital Dişte Dentin

Dentinin yapısı endodontik tedavi gereksinimi olan dişlerde farklıdır. Çünkü ilgili dişin kanal tedavisi aşamasına gelene kadar yapılan diğer dental girişimler ve hali hazırda var olan hastalık süreci pulpanın canlılığından çok daha fazlasını etkilemektedir. Kanal tedavisi sonrası ilgili dişin yapısal özellikleri daha önceki çürük süreci, kırıklar ve tedavi girişimlerine bağlı olarak oldukça zayıflar. Kanal tedavisi sırasında intrakoronel ve intraradiküler yapıların bir kısmı uzaklaştırılır ve buna bağlı olarak ilgili dişin fiziksel yapısı olumsuz etkilerler. Bütün bu değişikliklerin etkisi sonucu dişin kırılabilirliği artar, translüsentliği ise azalır (3).

Pulpa odasını oluşturan dentin duvarları mümkün olan en derin dentinlerdir. Tübül çapları büyüktür ve tübül yoğunluğu daha yüksektir, bu durumda pulpa odası dentinini daha zor bir bağlanma tabakası haline getirir (137).

Dentine bağlanmada zorluk, kompleks yapısı ve kimyasal içeriğinin değişkenliğinden kaynaklanmaktadır. Dentine bağlanma, dentinin derinliğine bağlı olarak değişir. Yüzeysel dentinle, derin dentinin nemliliği çok farklıdır. Derin dentinde tübül sayısı mm^2 de 45.000 iken, yüzeysel dentinde ise 25.000 dir. Derin dentinde yüzeysel dentinden daha geniş tübüller vardır. Dolayısıyla derin dentin yüzeysel dentinden daha nemli bir yapıya sahiptir. Önceleri dentin yüzeyinin nemli olması dentine bağlanmada büyük engel iken, günümüzde nemli yüzeye bağlanabilen wet-bonding sistemleri geliştirilmiştir. Ancak bunlarda da dentin yüzeyinin ne kadar nemli olması gerekliliğinin bilinmesi önemli bir problemdir. Ortalama mineral içeriği dentinin derinliğiyle değişmemesine rağmen, kollajenden zengin intertübüller dentinin miktarı, dentin derinliği arttıkça azalmakta, hipermineralize peritübülerdentin miktarı ise artmaktadır. Dentin hacmi başına düşen kollajen miktarı da yüzeysel dentinden, derin dentine doğru azalır. Çünkü derin dentinde yüzeysel dentinden daha büyük çaplı tübüller vardır ve bu nedenle yüzeysel dentinden daha az intertübuler kollajene sahiptir. Tübüller içerisinde dentin sıvısı bulunur, bu sıvı pulpadan belirli bir basınçla dışarıya doğru sürekli bir akış halindedir. Bu durum, dentin kurutulsa bile daha sonra tekrar nemli hale gelmesinin sebebidir. Derin dentinde kanallardan gelen nem nedeni ile bağlanma dayanıklılığının daha düşük olduğu gösterilmiştir (138).

2.4.2. Adezivlerin Sınıflandırılması

Adeziv sistemlerle ilgili birçok sınıflandırma yapılmıştır (139). En güncel bilimsel ve güvenilir sınıflandırmaya göre günümüzde adeziv sistemler, adezyon stratejilerine göre; asitlenen ve yıkanan adezivler (total-etch adezivler), kendinden asitli adezivler (self-etch adezivler) ve universal adezivler olmak üzere üç ana kategoriye ayrılabilir (Resim 8) (140).



Resim 8. Adezyon stratejileri

2.4.2.1. Asitlenen ve Yıkanan Adezivler (Total-Etch Adezivler)

Öncesinde asitlenip sonrasında yıkama işlemi gerektiren sistemlerdir. Asitlenen ve yıkanan adezivler de kendi arasında ikiye ayrılır. Üç basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemler; asitleme, primer ve adeziv rezin uygulama olmak üzere üç ayrı uygulama basamağı içerir. İki basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemlerde asitleme sonrası primer ve adeziv rezin tek şişede birleştirilerek uygulama aşaması ikiye indirilmiştir. İki basamaklı adeziv sistemler tek şişe adezivler olarak da isimlendirilmektedir (141).

Hem iki basamaklı hem de üç basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistemlerin bağlanma mekanizması aynıdır. Asitleme basamağında mine ve dentinde % 30-40 lık fosforik asit kullanılır. Asitleme süresi dentinde 15 saniye minede ise 15-30 saniye olmalıdır. Minede asit uygulama süresinin 30 saniyeden daha fazla olmasının bağlanma dayanımını arttırmadığı birçok çalışma ile gösterilmiştir (109). Dentinde ise asitleme süresi arttıkça demineralizasyon derinliği artar ancak primer ve adeziv rezinin aynı derinliğe kadar infiltre olma olasılığı azalır. Resin penetrasyonunun iyi olmaması nanosızıntı ihtimalini artırır ve adezivin bağlanma dayanımını olumsuz etkiler(109, 142).

Üç basamaklı sistem: Sırasıyla; asitleme/yıkama, primer uygulama, adeziv ajanın uygulanması basamakları vardır.

İki basamaklı sistem: Geleneksel adeziv sistemler kullanıldığında, nem kontrolünün zorluğu ve uygulama basamaklarının çok olması nedeniyle hata yapma olasılığı yüksektir. Bu nedenle üreticiler, üç basamaklı total-etch adezivleri basitleştirmeye yönelmişler ve iki basamaklı total-etch (one-bottle) sistemini geliştirmişlerdir (128). Birinci basamakta asit uygulanırken tek şişede birleştirilmiş primer ve adeziv rezin uygulaması ikinci basamakta olur (90). Bağlanma mekanizmaları üç basamaklı total-etch sistemler ile aynıdır. Üç basamaklı sistemler gibi neredeyse hepsi nemli bağlanma tekniği gerektirirler. Nemli bağlanma tekniğinde yüzey, asitleme ve yıkama işleminden sonra tamamen kurutulmayarak hafif nemli bırakılır. Böylece kollajen fibrilleri çökmez ve rezinin infiltrasyonu için sünger gibi davranırlar. Yüzeye uygulanan adeziv rezin içeriğindeki aseton ya da etanol su ile yer değiştirerek kollajen ağ içerisine rezini taşır (128). Ancak aşırı nem primeri sulandırarak etkisinin azalmasına, hibrit tabakası içindeki rezinin polimerizasyonunun tam olarak gerçekleşmemesine, poröz yapı oluşumuna ve suyun kalmasına neden olarak, bağlanma dayanımı olumsuz yönde etkiler (118, 128).

2.4.2.2. Kendinden Asitli Adezivler (Self-Etch Adezivler)

Etch&rinse sistemler ile ilgili devam eden problemler, self-etch adezivlerin geliştirilmesine neden olmuştur (56). Kendinden asitli adezivler ayrı bir asitleme ve yıkama basamağı gerektirmeyen adeziv sistemlerdir. Böylece sadece klinik uygulama zamanı kısaltmakla kalmamış uygulama ve manipülasyon sırasındaki hata riski ve teknik hassasiyet gereksinimi belirgin oranda azaltılmıştır (109). Self-etch primerlerin etki mekanizması, yıkama gerektirmeyen asidik monomerlerin kullanılması temeline dayanmaktadır (109).

Kendinden asitli adezivler, ilk olarak HEMA-su bazlı adezivlerdeki asidik monomer miktarı arttırılarak geliştirilmiştir. Asitleme ve primer uygulama basamakları mine ve dentinde aynı anda uygulanır. Demineralizasyon ürünleri yıkama ile uzaklaştırılmaz. Smear tabakası çözülür. Çözünen smear tabakası hibrit tabakasına dahil olur. Buna ek olarak yüzeyin fazla kurutulmuş açığa çıkmış kollajen yapıda, çökme veya bağlanmayı engelleyecek ölçüde ıslak kalma riski de azalmaktadır (117). Asitleme ve rezin infiltrasyonu eş zamanlı olduğundan eksik infiltrasyon olasılığı düşüktür ya da yoktur. Buna bağlı olarak ya hiç ya da çok az post operatif duyarlılığın oluşur (109). Genel

olarak self-etch adezivler daha az asidik oldukları için dentindeki meydana getirdikleri demineralizasyon etch&rinse adezivlerin meydana getirdiği demineralizasyondan daha yüzeyseldir (119).

Kendinden asitli adezivler uygulama basamaklarına göre sınıflandırılırlar. Uygulama basamaklarına göre bir ve iki basamaklı kendinden asitli adezivler olmak üzere iki gruba ayrılırlar (143).

İki basamaklı kendinden asitli adezivlerde birinci basamağı asidik monomer ilave edilmiş hidrofilik primer solüsyonu uygulaması, ikinci basamağı ise hidrofobik adeziv rezin uygulaması oluşturur.

Tek basamaklı (all-in-one) self-etch adezivlerde asidik monomer ilave edilmiş primer ve adeziv birlikte yer almakta ve aynı anda uygulanmaktadır. Hidrofilik ve hidrofobik komponentler kombine edilmiştir. Bu adezivler ‘All in-one’ diye de adlandırılır. Bir basamaklı kendinden asitli adezivler, iki bileşenli ya da tek bileşenli olabilir. İki bileşenli kendinden asitli bir basamaklı adezivlerin bileşenlerinin karıştırılarak kullanılması gerekirken, tek bileşenli kendinden asitli bir basamaklı adezivler herhangi bir karıştırma işlemi gerektirmez ve doğrudan uygulanabilir (144, 145).

2.4.2.3. Üniuersal Adezivler

Günümüzde kullanılan adezivler, klinik uygulama kolaylığı sağlamanın yanında uzun dönem bağlanma performansında başarılı sonuçlar vermektedir. Ancak, selektif asitleme sırasında dentinin de asitlenmesi bağlanma dayanımını olumsuz etkileyen bir risk faktörüdür (109, 140, 141).

Mevcut adezivler için temel zorluk, farklı yapıdaki (mine, dentin, sağlıklı veya çürük diş dokusu) diş dokularında aynı bağlanmayı sağlayamamaktır (146). Adeziv strateji ve basamak sayısı seçimi ile ilgili farklılıklar dikkate alındığında diş hekimlerine hangi adeziv sistemin (etch&rinse ya da self-etch) kullanılacağına karar verme şansı veren çok yönlü adeziv sistemler piyasaya sürülmüştür. Adezivlerin bu yeni sınıfı “üniversal” ‘multi-mode’ veya ‘çok amaçlı’ adezivler olarak adlandırılır ve piyasadaki en son jenerasyon adezivleri temsil etmektedirler (147, 148).

Üniversal adezivler tek basamaklı kendinden asitli adezivler gibi, bütün adeziv içeriklerinin tek şişe içerisinde birleştirildiği adezivlerdir. Bu adezivler hem self-etch modunda hem total etch modunda hem de selektif asitleme ile birlikte kullanılabilir (148, 149). Üniversal adezivler farklı uygulama modlarında kullanılabilmesine rağmen, mine ve dentinin yapısal farklılığından dolayı hangi dokuda, hangi modda uygulandığında daha iyi bağlanma dayanımı gösterdiğine dair kesin bir bilgi yoktur (150). Üniversal sistemlerde; bondlama öncesi asit kullanıldığında; selektif etch ve total etch sistemler gibi mine dayanıklılığını sağlar. Ayrıca dentinde de self etch uygulamasına benzer etki sayesinde dentinin dayanıklılığını artırır (151). Çalışmalarda üniversal adezivlerin minede asitleme basamağı ile birlikte uygulandığında daha yüksek bağlanma kuvveti oluşturduğu sonucuna varılmıştır (152). Munoz ve arkadaşlarının yaptığı üniversal adezivlerin dentine olan bağlanma dayanımının araştırıldığı bir çalışmada, asitleme işleminin üniversal adezivlerin dentine olan bağlanma dayanımını arttırabileceği ifade edilmiştir (149). Üniversal adezivler geleneksel tek aşamalı self-etch adezivlerle benzer maddelerden oluşur. Adezivlerin çoğunda hidroksiapatit içinde kalsiyuma iyonik şekilde bağlanabilen spesifik karboksilat ve/veya fosfat monomerleri bulunur (153, 154). Bu monomerler arasında methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP) artık bir çok üniversal adezivin bileşimine dahil edilmiştir (155). Üniversal adezivlerin içerisinde bulunan 10-MDP'nin asitle pürüzlendirilmiş mine dokusunun mine kristalleri ile kimyasal olarak bağlanması, bağlanma dayanımını arttırabilir (156).

Üniversal adezivlerin önceki adezivlere göre primer avantajı, daha geniş çeşitlilikte restoratif prosedürler ve adezyon stratejileri için endike olmasıdır. Ayrıca bu yeni adezivler self-etch modunda kullanıldıklarında dentinde hidroksiapatite kimyasal olarak bağlanabilirler. Bununla birlikte mineye olan kuvvetli bir mikro mekanik bağlanma için hala asitle pürüzlendirmeye ihtiyaç duyabilir.

2.5. Endodontik Tedavili Dişlerde Restorasyon

Endodontik tedavili dişlerde restorasyon seçeneğinin belirlenmesinde kalan diş dokusu miktarı ve dişin ağızdaki konumu önemli yer tutar. Anterior dişlerde estetik kaygı ön planda iken posterior dişlerde dişin maruz kaldığı kuvvet önemlidir. Endodontik tedavi görmüş dişlerde restorasyon seçenekleri:

2.5.1. Cam iyonomer restorasyonlar

Cam iyonomer simanlar diş hekimliğinde geniş alanlarda kullanılmaktadır. Günümüzde daimi restorasyon amacıyla rezin- modifiye cam iyonomerler ve poliasit modifiye kompozit rezinler kullanılmaktadır. Konvansiyonel cam iyonomer simanlara göre daha dayanıklı olsalarda kompozit rezinlere göre dayanıklılık açısından daha dirençsizdirler (157). Cam iyonomerler, madde kaybının fazla olduğu dişlerde indirekt restorasyondan önce küçük underkutların doldurulmasında tercih edilebilir (158). Resin modifiye cam iyonomerler ise maşırı madde kaybı olan dişlerde indirekt restorasyondan önce kor materyali olarak tercih edilebilirler (159).

2.5.2. Amalgam Restorasyonlar

Amalgam dayanıklı, fiziksel ve mekaniksel nitelikleri iyi bir materyaldir. Yüksek basınç bölgelerinde kullanılabilir. Isısal genleşme katsayısı dentinin yaklaşık iki katıdır ve su varlığında oldukça stabildir. Korozyon ürünlerinin kenarları tıkayıcı etkisi açığa çıktıktan sonra mikrosızıntıya karşı oldukça dirençlidir. Ancak toksik etki ve kötü estetik sonuçlar nedeniyle günümüzde tercih edilebilirliği azalmıştır. Amalgamın doğal adezyon özelliği yoktur bağlanmayı sağlayabilmek için preparasyon sırasında retantif alanlar oluşturulmalıdır (160).

Amalgam restorasyonların temel problemi diş dokularına bağlanamamaları ve buna bağlı olarak tehlikeli stres dağılımlarına neden olmalarıdır. Amalgam kanal tedavili dişlerin restorasyonu amacıyla kullanıldığında diş üzerinde kama etkisi yapabileceği bilinmektedir (161). Diş dokularına bağlanamayan materyaller ile restore edilen dişlerde, diş dokuları ve restoratif materyal monoblok oluşturamadığı için gelen kuvvet hem restoratif materyalde hem de diş dokularında kırıklara neden olur. Ayrıca yine aynı sebeple restore edilen dişin tüberkül ve servikal bölgelerinde yoğun stresler oluşur. Böylece eşit stres dağılımı göstermeyen diş dokularında kırık eğiliminde artış meydana gelir (162).

2.5.3. Kompozit Resin Restorasyonlar

Endodontik tedavili dişlerin kompozitle restorasyonu geriye kalan diş dokusunun korunması açısından önemli bir yaklaşımdır. Kompozitler ve adeziv sistemleri; estetik

özellikleri, mine ve dentine bağlanabilmeleri, teorik olarak diş restorasyon kompleksinin bütünlüğünü artırması gibi nedenlerle geniş bir alanda kullanılmaktadır. Minimal ve orta düzeyde doku kaybı olan anterior dişlerin restorasyonunda tercih edilirler. Pulpal tabandaki dentine adezyon genellikle koronal dentine olduğu kadar güçlü ve güvenilir değildir (163). Mine ve dentin dokusuna adezyon ile bağlanan adeziv dolgu maddelerinin geliştirilmesi çürük ve diğer defektlerin restorasyonu için yapılan uygulamalarda başarı oranını önemli ölçüde artırmıştır (112). Küçük bir endodontik giriş kavitesi ile endodontik tedavi yapılmış ise, marjinal sırtlar, fasiyal ve lingual duvarlar sağlam, kalan diş dokusu miktarı çok ve fraktür riski düşükse günümüzde okluzal kaplama olmaksızın dişlerin internal güçlendirilmesinin sağlanmasında kompozit rezin restorasyonlar önerilmektedir (164).

2.5.4. İnley, Onley, Overlay ve Endo-Kron Restorasyonlar

İndirekt hazırlanan intrakoronal restorasyonlar, kavitenin şekline göre inley, onley veya overlay olarak adlandırılırlar. İnley, onley veya overlay restorasyonlar; altın, kompozit veya seramikten olabilir. Eğer kavite direkt restoratif teknikle restore edilemeyecek kadar büyük ve estetiği ön plandaysa seramik veya laboratuvar işlemlerinden geçirilmiş kompozit inley endike olur. Bu durum indirekt restorasyonlarda polimerizasyon büzülmesi sorun olmaktan çıkaracağı için daha iyi fiziksel özelliklere sahiptirler. Seramik materyali kompozite göre belirgin derecede daha estetikdir. Bunun yanında aşınma direnci, baskı dayanımı biyolojik uyumu ve tutunma direnci açısından da üstündür (165). Seramik restorasyonlar laboratuvar da ya da CAD/ CAM sistemler (computer assisted design/computer assisted machining) ile feldspatik seramik blokların işlenmesiyle yapılabilir.

Endo-kronlar, çoğunlukla pulpa odasından tutuculuk sağlayarak, gerektiğinde kök kanallarından da yararlanılarak, adezivlerle yeterli stabiliteyi elde eden, tek parça intraradiküler post ve kor kısmı bir araya getirilen daimi restorasyonlardır (166). Konvansiyonel post sistemlerinden farklı olarak endokron restorasyonlar kanal içinden değil pulpa odasından ve geriye kalan dentin ve mine dokusu içeren kavite sınırlarından destek alır. Endo-kron preparasyonu 1 mm genişliğinde dairesel basamaklı bir marjin içerir ve pulpa odası büyüklüğünde merkezi retansiyon kavitesi oluşturarak tek bir birim halinde kor ve kronu oluşturur. CAD/CAM sistemi ile de hazırlanabilmektedir. Artık

klasik tam kron kaplamanın yerini modern anlamda alternatif olarak kompozit rezin veya seramik endo kronlar temsil etmektedir. Çünkü diş dokularını korur, endodontik başarısızlık durumunda yeniden müdahaleyi kolaylaştıran konservatif bir yaklaşım sunar (167).

2.5.5. Kron restorasyonlar

Aşırı madde kaybı olan dişlerde kron restorasyonları tercih edilir. Restorasyon öncesi kalan diş doku miktarına göre post ve kron boyu uzatılması gibi tedaviler uygulanabilir. Metal destekli veya tam seramik restorasyonlar dişin ağızdaki konumu ve kalan diş doku miktarına göre tercih edilebilir. Tam seramik restorasyonlar daha çok anterior bölgede tercih edilirken metal destekli restorasyonlar yüksek basınca maruz kalan posterior bölgede tercih edilir (168).

2.5.6. Postlar

Endodontik tedavi sonrasında diş üzerinde doku kaybıyla beraber dental yapıda zayıflama, fiziksel ve mekanik yapıda değişiklik, mine ve dentinin renginde farklılaşma gibi sonuçlar görülebilir. Özellikle çürükle ilgili olarak pulpada meydana gelen değişiklikler sonucunda kan akımında azalma, kollajen fibrillerin dejenerasyonu ve dehidratasyona bağlı olarak dişte zayıflama meydana gelmektedir (169). Kanal tedavisi sırasında pulpa odasının tavanının kaldırılması, dişin fonksiyon esnasında daha fazla esnemesine yol açmakta ve bunun sonucu olarak da kırılma meydana gelebilmektedir. Bu durumdaki dişlerde yapılacak olan post uygulamalarıyla, aşırı miktarda koronal yapının kaybedildiği dişlerde kor yapısı geri kazanılacaktır (170, 171).

Post restorasyonlarındaki amaç, yerine koyma, destekleme ve retansiyon sağlama şeklinde özetlenebilir. Kron ve post ayrı iki parça olarak hazırlandığında dişeti üzerinde kalan bölüm koronal diş yapılarını taklit ettiği için “kor”, kök kanalı içinde kalan bölüm ise “post” olarak isimlendirilir. “Coping” ise ortalama 2 mm genişlikte olup post ve kor materyallerini sarıp bir bütün halinde gelen stresi dentine dağıtan bölümdür (172).

Çalışmamızın hipotezleri şunlardır:

Hipotez 1: Diğer solüsyonlarla kıyaslandığında QMix ve etidronik asit kompozitin pulpa odası dentinine olan mikrogerilim bağlanma dayanımı kuvvetini azaltmayacak veya değiştirmeyecektir.

Hipotez 2: Test edilen gruplarda kompozit dentin bağlantısı açısından erken ve geç dönem gruplarında bağlanma dayanımı bakımından fark vardır.



3. MATERYAL-METOD

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından, 09.02.2018 tarih ve 2018/66 protokol numarası ile onaylanmıştır (Ek-1). Çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Projeler Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No. 2018-8167).

Çalışmamızda kanal tedavisi sırasında kullanılan farklı irrigasyon solüsyonlarının pulpa odası dentinine uygulanan aynı tipteki adezivin mikrogerilim bağlanma kuvvetlerine olan etkisinin in vitro olarak değerlendirmesi amaçlanmıştır. Çalışmamız in vitro koşullarda yapılmış ve deneysel aşamalar Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Dişlerin Seçimi ve Hazırlanması

Çalışmada 100 adet apeksifikasyonu tamamlanmış, herhangi bir çürük ya da restorasyon içermeyen, insan 3. büyük azı dişleri kullanılmıştır. Dişler kullanılmadan önce +4°C'de distile suda bekletilmiş ve çekimi takiben en fazla 6 ay içerisinde kullanılmıştır. Dişlerin bekletildiği distile su haftada bir periyodik olarak değiştirilmiştir. Kullanımdan önce dişlerin üzerindeki eklentiler su altında el aletleri ile uzaklaştırıldıktan sonra, düşük turla çalışan mikromotorla fırça ve pomza yardımıyla temizlenmiştir

Dişler 2 cm yüksekliğindeki plastik kalıplar kullanılarak otopolimerizan akrilik (Panacryl, Ethicon, Masaçuset, ABD) içerisine kronları dışarıda kalacak şekilde furkasyon bölgesine kadar gömülmüştür. Daha sonra düzgün bir dentin yüzeyi elde etmek için pulpa odasının tavanı perfore olana kadar su altında bir Isomet 1000 cihazına (Buehler Precision Saw, Düsseldorf, Almanya) yerleştirilmiş horizontal olarak kesilmiştir (Resim 9). Endodontik giriş kavimleri elmas frezler (Diatech, Coltene/whaledent AG, 835-012-4 ML, İsviçre) kullanılarak su soğutması altında

yüksek hızlı aletler ile hazırlanmıştır. Daha sonra pulpa iç lateral duvarlara dokunulmadan dikkatli bir şekilde ekskavatör yardımıyla çıkarılmıştır.



Resim 9. Isomet 1000 Cihazı (Buehler Precision Saw, Düsseldorf, Almanya)

3.2. Grupların hazırlanması

Dişler, kullanılan irrigasyon solusyonlarına göre rastgele 5 gruba (n=20) ayrılmıştır. (Tablo 1).

Grup 1: Kontrol grubu olması amacıyla pulpa odası 1 dk 3 ml normal salin solüsyonu ile irrigate edilmiştir. Final irrigasyon için 1 dk 3 ml distile su kullanılmıştır.

Grup 2: Pulpa odası önce 1 dk 3 ml % 2,5 NaOCI (Prime Dental Products, Mumbai, India) ile daha sonra da final irrigasyonu için 1 dk 3 ml distile su ile yıkanmıştır.

Grup 3: Pulpa odası önce 1dk 3 ml % 2,5 NaOCI ile irrigate edilmiş bunu takiben 1 dk boyunca 3 ml %17 EDTA (Pulpdent, MA, ABD) ile yıkanmıştır. Final irrigasyon için 1 dk 3 ml distile su kullanılmıştır.

Grup 4: Pulpa odası önce 1 dk 3 ml % 2,5 NaOCI ile irrigate edilmiş, sonrasında 1dk 3ml Q Mix (Dentsply Tulsa Dental, OK, ABD) ile yıkanmıştır. Final irrigasyon için 1dk 3 ml distile su kullanılmıştır.

Grup 5: Pulpa odası ilk olarak 1 dk 3 ml % 2,5 NaOCI ile irrigate edilmiş sonrasında 1 dk 3 ml % 9 HEBP (Zschimmer & Schwarz, Mohsdorf, Almanya) ile yıkanmıştır. Final irrigasyon için 1 dk 3 ml distile su kullanılmıştır.

Tablo 1. Çalışmada oluşturulan gruplar ve hazırlanma aşamaları

	1.aşama	2.aşama	3.aşama
Grup 1	1 dk 3 ml salin	1 dk 3 ml distile su	Yok
Grup 2	1 dk 3 ml %2,5 NaOCI	1 dk 3 ml distile su	Yok
Grup 3	1dk 3 ml % 2,5 NaOCI	1dk 3 ml %17 EDTA	1 dk 3 ml distile su
Grup 4	1 dk 3ml % 2,5 NaOCI	1dk 3ml QMix	1 dk 3 ml distile su
Grup 5	1 dk 3ml % 2,5 NaOCI	1 dk 3 ml % 9 HEBP	1 dk 3 ml distile su

% 9 etidronik asit, % 60 konsantrasyonun saf suyla karıştırılarak seyreltilmesi yoluyla elde edildi ve kullanıma kadar cam şişe içinde oda sıcaklığında saklandı. Yıkama prosedürü tamamlandıktan sonra tüm örneklerin pulpa odası dentini yüzeyleri 10 sn süreyle hava ile kurutuldu ve ardından Single Bond Universal (3M ESPE, Deutschland GmbH, Almanya) adeziv, self etch modunda bir mikro uçlu aplikatör yardımıyla aktif bir şekilde 20 sn boyunca kaviteye uygulanmış, 5 sn hafif havayla inceltikten sonra bir LED ışık cihazı (Valo, 1000 mW/cm², Ultradent, ABD) kullanılarak 10 sn ışıkla polimerize edilmiştir (Tablo 2). Bütün örnekler, her bir tabaka 2’şer mm kalınlığında olacak şekilde nanohibrid kompozit rezin olan Filtek Z550 (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) ile restore edilmiş ve 20 sn ışık cihazı ile polimerize edilmiştir (Tablo 2) (Resim 10). Daha sonra restorasyonların doğal yaşlanma sürecini taklit etmek için her bir gruptan 10’ar diş toplamda 10000 devir olacak şekilde termal siklus cihazına (Julabo FT 400, Julabo GmbH, Seelbach, Almanya) sıcaklığın en düşük 5 °C ve en yüksek 55 °C olacak şekilde yerleştirilmiştir (Resim 11).

Tablo 2. Çalışmamızda kullanılan materyaller, kompozisyon ve lot numaraları

	Üretici Firma	Kompozisyon	LOT NO
Filtek Z550	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	Bis-GMA, UDMA, Bis- EMA, PEGDMA ve TEGDMA	N797546
Single Bond Universal	3M ESPE, Neuss, Almanya	10-MDP phosphate monomer, Vitrebond, Copolymer, HEMA, Bis- GMA, dimethacrylate resins, Filler, silan, initiator, etanol, su.	80426A



Resim 10. Hazırlanan örnek



Resim 11. Termal siklus cihazı



Resim 12. Çalışmada kullanılan materyaller.

3.3. Kesitlerin Hazırlanması ve Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Kuvvetinin Ölçülmesi

Daha sonra hem erken hemde geç dönemdeki bağlanmaya bakacağımız örnekler teker teker minitom hassas kesme cihazına (Struers Minitom, Struers GmbH, Kopenhag, Danimarka) yerleştirilmiştir (Resim 13). Her bir örnek su soğutması altında yavaş hızda hassas elmas disk kullanılarak önce mesiodistal yönde sonra bukkolingual yönde kesilerek 1mm yükseklik 1mm genişlik ve 5 mm uzunluğunda iki dentin kompozit çubuğu elde edilmiştir (1x1x5mm). Kesitler bir tarafında pulpa odası dentini diğer tarafında kompozit resin olacak şekilde oluşturulmuştur. Her grup için toplam 20 kesit hazırlanmıştır.



Resim 13. Minitom hassas kesme cihazı(Struers Minitom, Struers GmbH, Kopenhag, Danimarka) ve cihaza yerleştirilmiş örnek.

Tüm laboratuvar işlemleri süresince kesitler distile su ile dolu kapalı kutularda saklanmıştır. Siyano akrilat yapıştırıcı (Zapit, Dental Ventures of America, Kaliforniya, ABD) ile mikro gerilim test cihazına (Micro Tensile Tester, SD Mechatronik GmbH, Feldkirchen, Almanya) sabitlenen örneklere 1mm / dakika'lık kuvvetler ile kopma oluncaya kadar çekme kuvveti uygulanmıştır (Resim 14, Resim 15). Kopma esnasında tespit edilen gerilim dayanımı Newton (N) cinsinden kaydedilmiş ve Megapaskal (MPa) değerlerine çevrilmiştir.



Resim 14. Mikrotensal uçlarına bağlanmış kesit



Resim 15. Universal test cihazına yerleştirilmiş örnek

Bağlanma kuvveti (MPa)=Elde edilen kuvvet (N)/ Bağlanma yüzey alanı (mm²) formülü kullanılarak MPa ya çevrilmiş ve elde edilen örneklerde kırılma tiplerinin belirlenmesi için SEM (Scanning electron microscope) analizi yapılmıştır.

3.4. Başarısızlık tipleri

Örneklerin kırılma yüzey analizleri, SEM incelemesi, taramalı elektron mikroskobu (GeminiSEM 500, Zeiss, Almanya) ile gerçekleştirildi. SEM analizi öncesinde incelenecek numuneler alüminyum blok üzerine yapıştırıcı bir bant yardımıyla sabitlendikten sonra, numune yüzeyleri 200 Å kalınlığında altın ile kaplanıp farklı büyütme oranlarında (X70-1000) yüzey görüntüleri alındı ve başarısızlık tipleri; adeziv, koheziv ve mix kopma olarak sınıflandırıldı.

Başarısızlık tipleri aşağıdaki kriterlere göre belirlendi:

1- Adeziv başarısızlık, restoratif materyalin % 20 sinden daha azı dentin yüzeyinde kalmışsa adeziv kopmadır.

2- Koheziv başarısızlık, aynı materyalin kendi içerisinde gösterdiği başarısızlıktır. A.Dentinde koheziv tip başarısızlık : % 80 ve daha fazla dentinin kendi içerisinde kopmasıdır

B.Kompozitte koheziv tip başarısızlık: % 80 ve daha fazla kompozitin kendi içerisinde kopmasıdır

3- Karışık (adeziv/ koheziv) başarısızlık ise: dentin yüzeyinde koheziv başarısızlıktan daha az ama adeziv başarısızlıktan daha fazla restoratif materyal kalmışsa olarak tanımlanmıştır (173).

3.5. İstatistiksel Yöntem ve Değerlendirme

Elde edilen değerler bir veri havuzunda toplandı ve istatistiksel analizleri, SPSS 22. 0 (SPSS; Chicago, IL, ABD) yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Grupların ortalama mikro gerilim bağlanma dayanımlarının karşılaştırılması tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve çoklu karşılaştırmalar Tukey testi ile yapılmıştır. Grupların kopma tiplerinin karşılaştırılması ise ki-kare testi ile yapıldı. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlendi.

4. BULGULAR

4.1. Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Testi Bulguları

Yaşlandırma öncesi ve sonrası test gruplarının ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri, standart sapmaları, istatistiksel farkları Tablo 3' te gösterilmiştir. Çalışmamızda test edilen grupların yaşlandırma öncesi ve sonrası mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri Grup 3' te diğerlerinden istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($p < 0,05$).

Yaşlandırma öncesi ve yaşlandırma sonrası aynı irrigasyon basamaklarının uygulandığı grupları karşılaştırdığımızda mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p > 0,05$).

Tablo 3. Test gruplarının yaşlandırma öncesi ve sonrası ortalama bağlanma değerleri, standart sapmaları ve istatistiksel farkları gösterilmiştir.

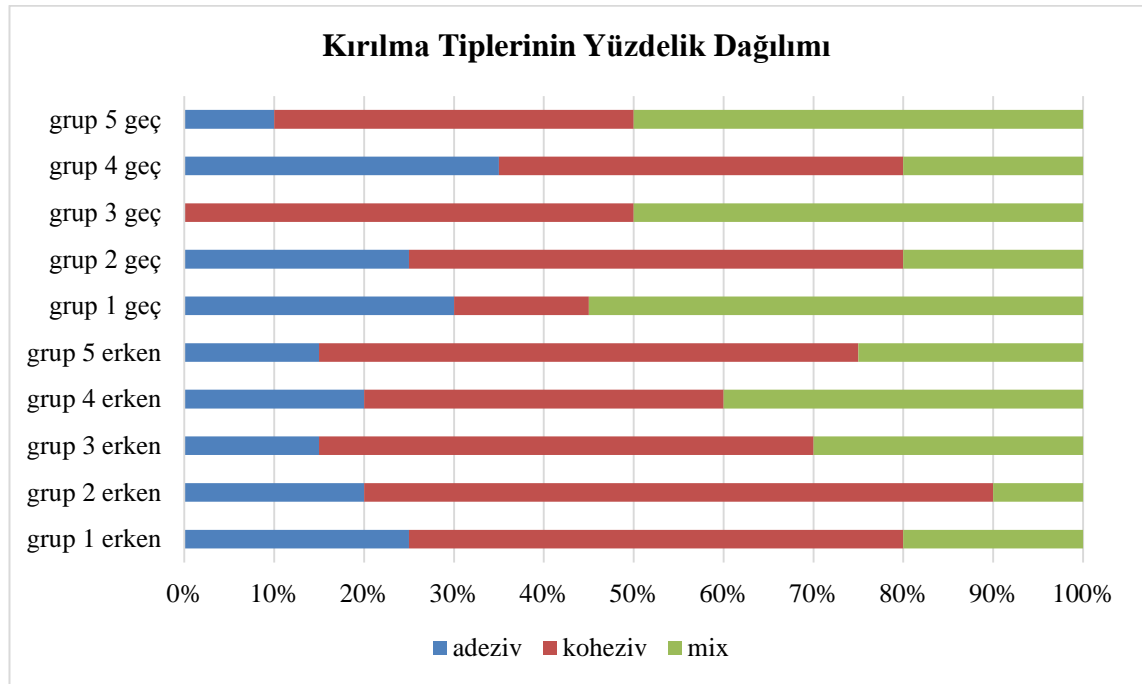
	Yaşlandırma öncesi	Yaşlandırma sonrası	
	Ortalama(MPa) Standart sapma	Ortalama (MPa) Standart sapma	P
GRUP 1	16, 95 ($\pm 7,34$) ^a	17, 53 ($\pm 7,58$) ^x	0,814
GRUP 2	15, 94 ($\pm 5,28$) ^a	15, 33 ($\pm 6,25$) ^x	0,899
GRUP 3	9, 35 ($\pm 2,80$) ^b	8, 47 ($\pm 2,66$) ^y	0,672
GRUP 4	15, 47 ($\pm 7,01$) ^a	15, 91 ($\pm 6,91$) ^x	0,955
GRUP 5	17, 79 ($\pm 4,29$) ^a	15,92 ($\pm 6,70$) ^x	0,076
P	<0,001	<0,001	

*Üslü simge "a,b" erken dönem gruplar arasındaki istatistiksel farkları, "x,y" geç dönem gruplar arasındaki farkları göstermektedir.

Gruplarda görülen kırılma tipleri ve dağılımı Tablo 4 ve Resim 16 da gösterilmektedir. Grupların kırılma tipleri dağılımı arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). Yaşlandırma öncesi grupları arasında en fazla görülen kırılma tipi koheziv (% 56), bunu takiben sırasıyla mix (% 25) ve adeziv (% 19) kırılma iken; yaşlandırma sonrası grupları arasında görülen kırılma tipi koheziv (% 41) bunu takiben sırasıyla mix (% 39) ve adeziv (% 20) kırılmadır (Resim 17- 45).

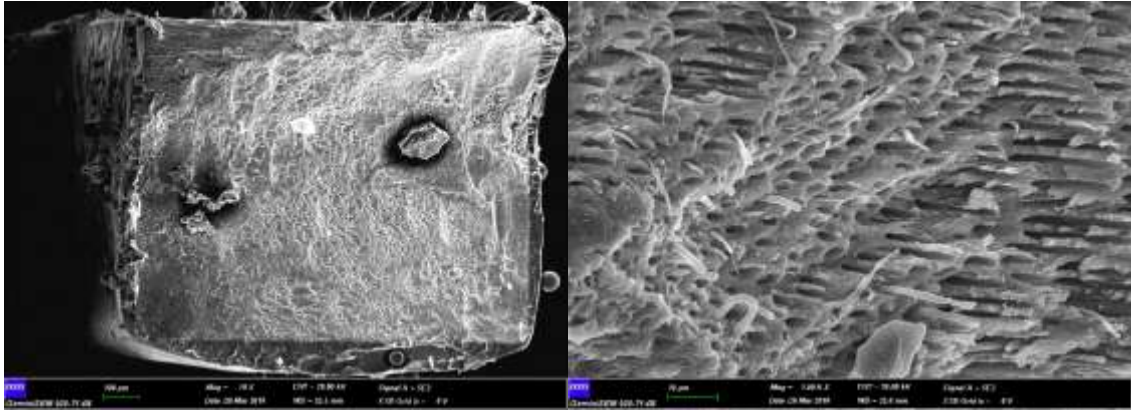
Tablo 4. Grupların kırılma tipleri

Gruplar	Adeziv		Koheziv		Miks	
	Erken dönem	Geç dönem	Erken dönem	Geç dönem	Erken Dönem	Geç dönem
GRUP 1	5	6	11	3	4	11
GRUP 2	4	5	14	11	2	4
GRUP 3	3	-	11	10	6	10
GRUP 4	4	7	8	9	8	4
GRUP 5	3	2	12	8	5	10

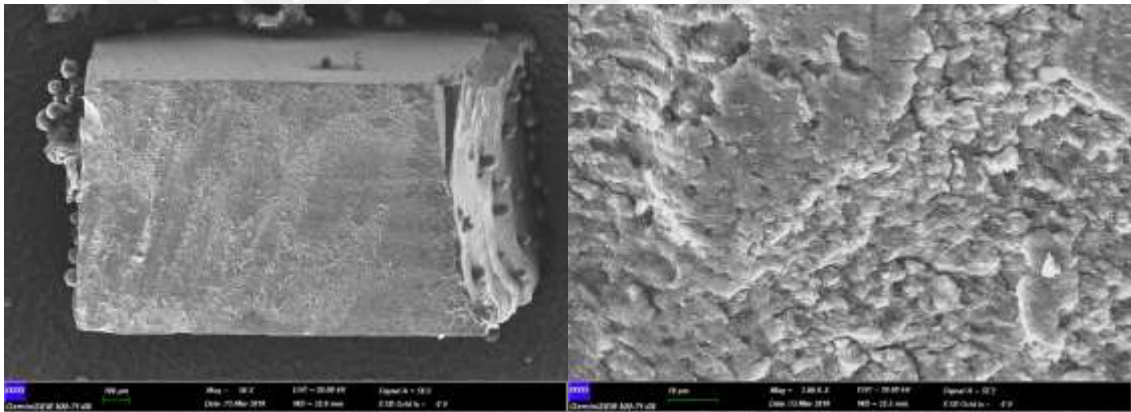


Resim 16. Örneklerde oluşan kırılma tiplerinin yüzdelerik dağılımı

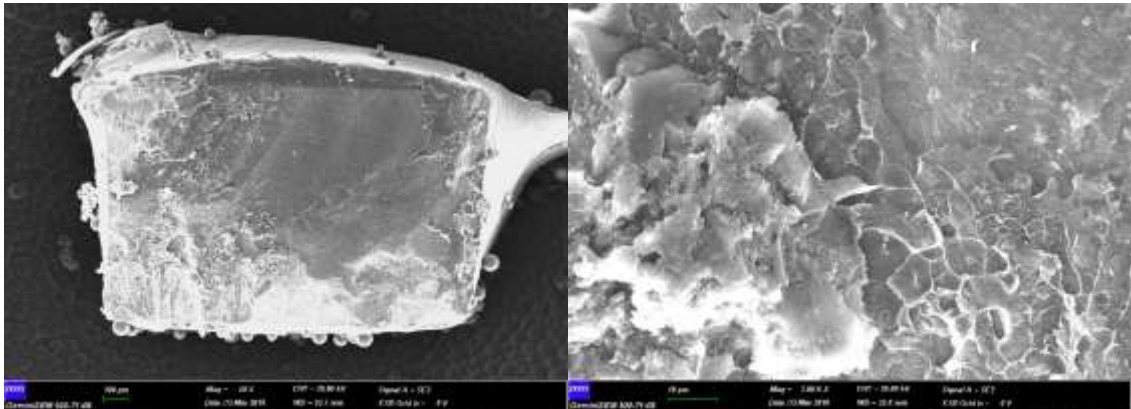
4.2. SEM Görüntüleri



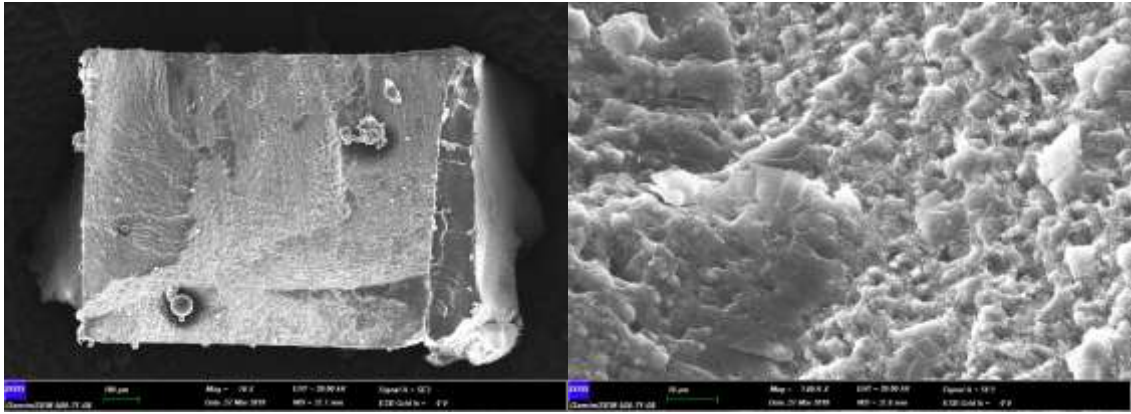
Resim 17. Yaşlandırma öncesi Grup 1' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



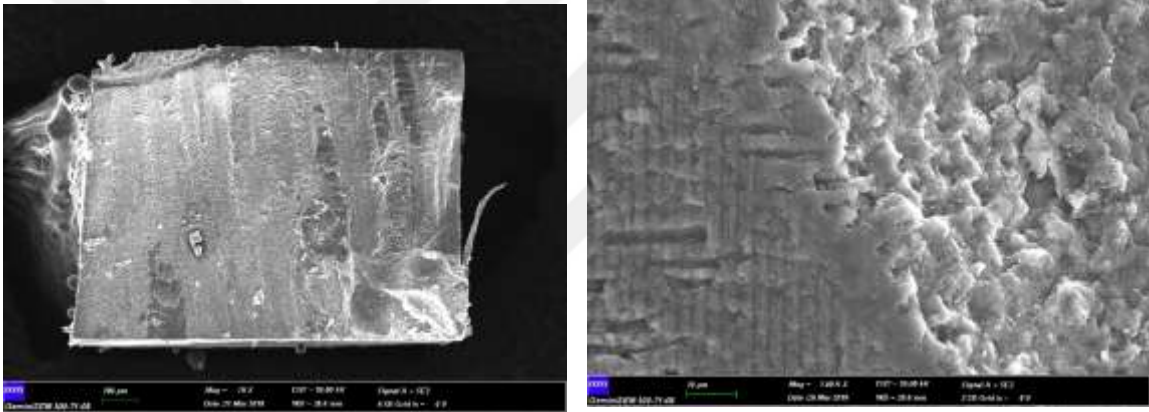
Resim 18. Yaşlandırma öncesi Grup 1' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



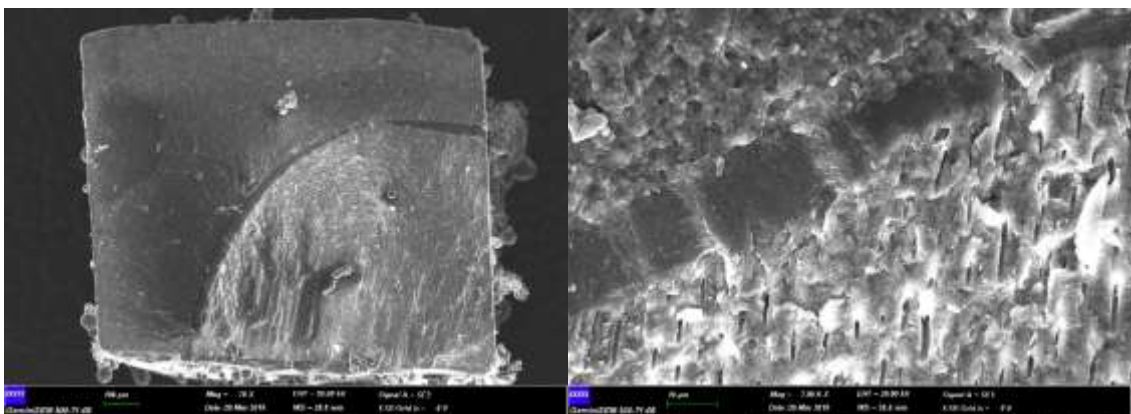
Resim 19. Yaşlandırma öncesi Grup 1' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



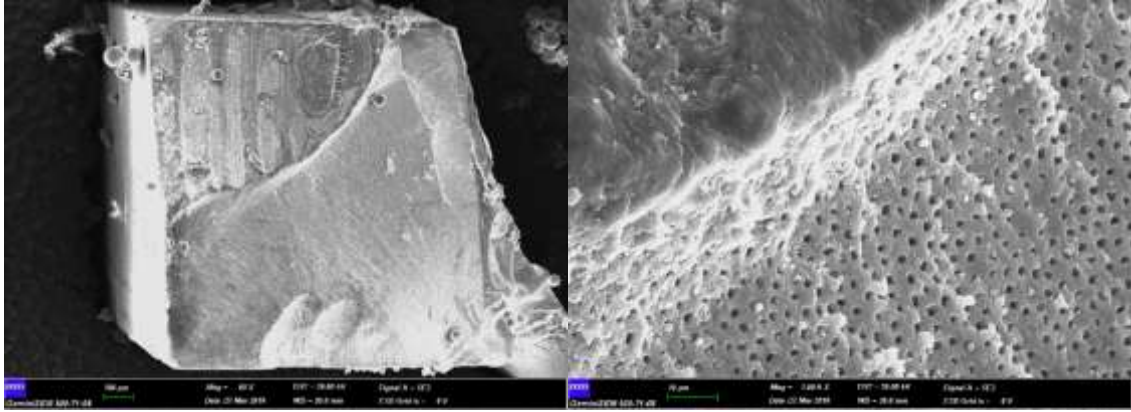
Resim 20. Yaşlandırma sonrası Grup 1'e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



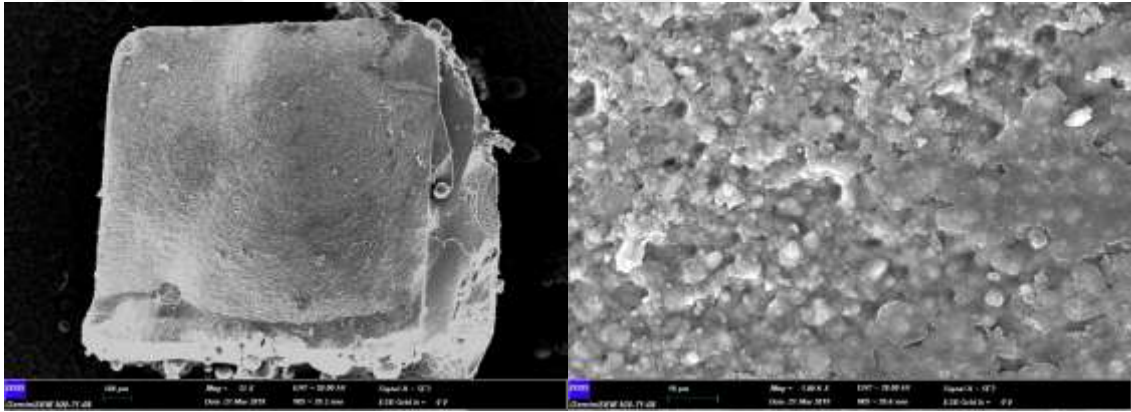
Resim 21. Yaşlandırma sonrası Grup 1'e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



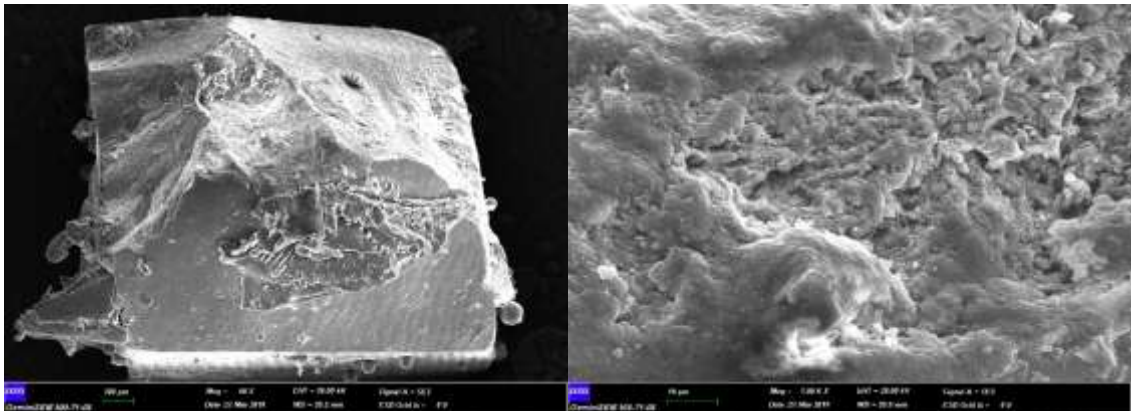
Resim 22. Yaşlandırma sonrası Grup 1'e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



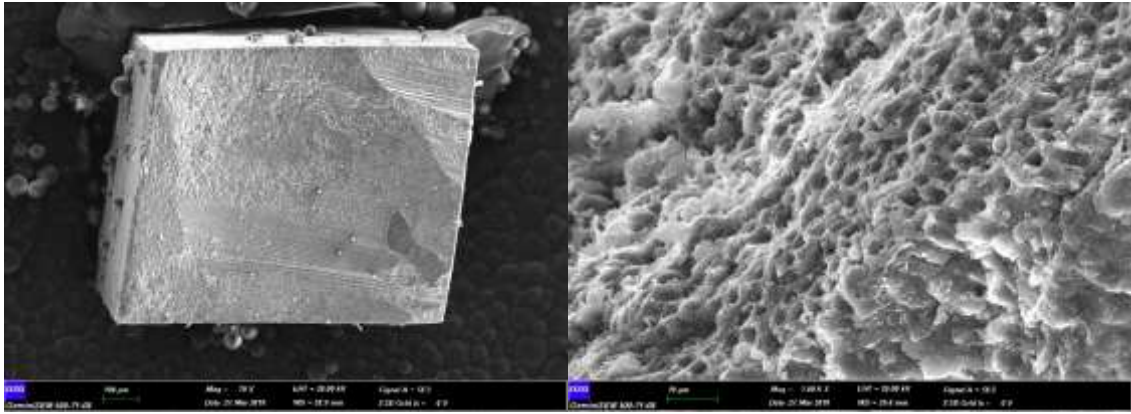
Resim 23. Yaşlandırma öncesi Grup 2'ye ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



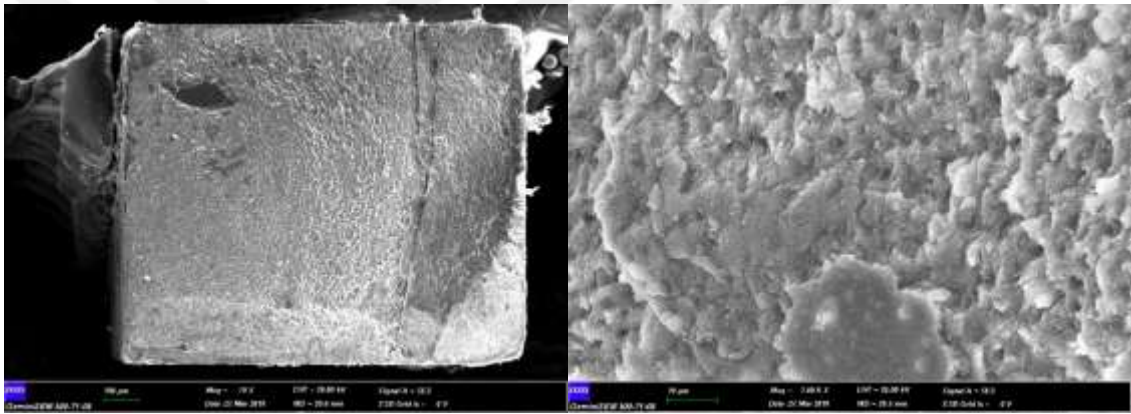
Resim 24. Yaşlandırma öncesi Grup 2'ye ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



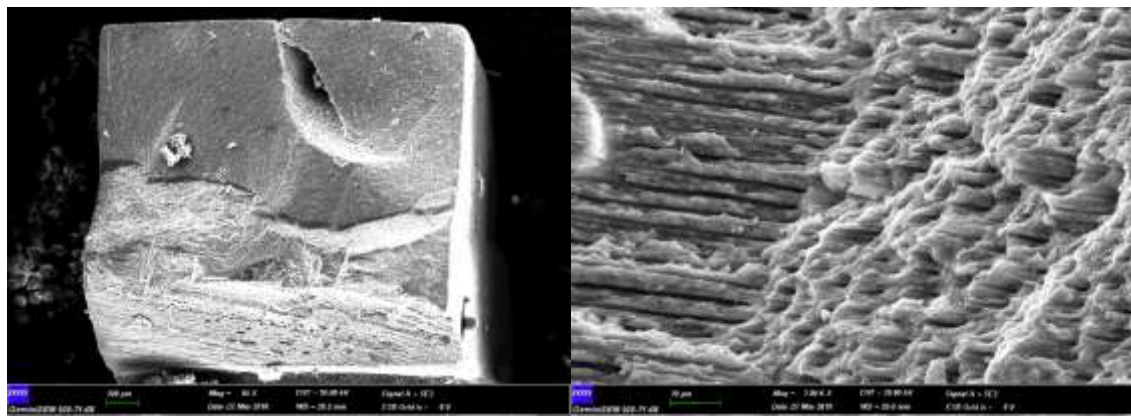
Resim 25. Yaşlandırma öncesi Grup 2'ye ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



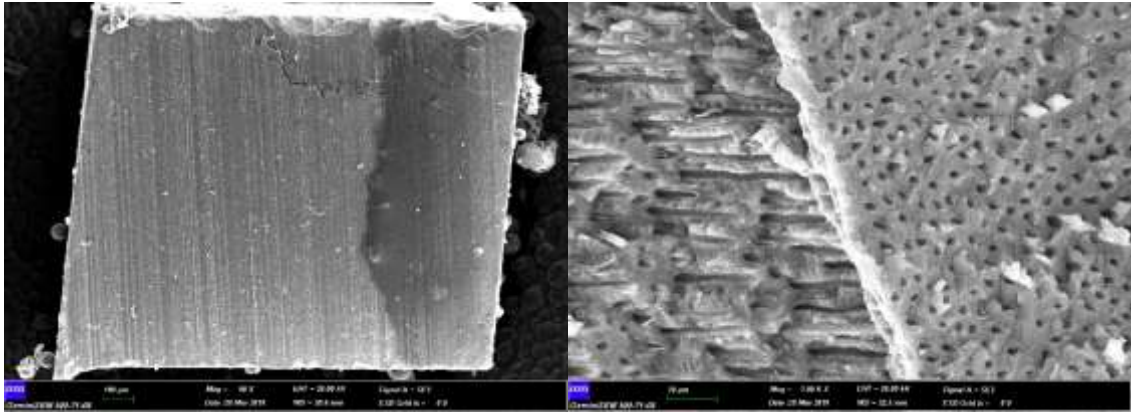
Resim 26. Yaşlandırma sonrası Grup 2' ye ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



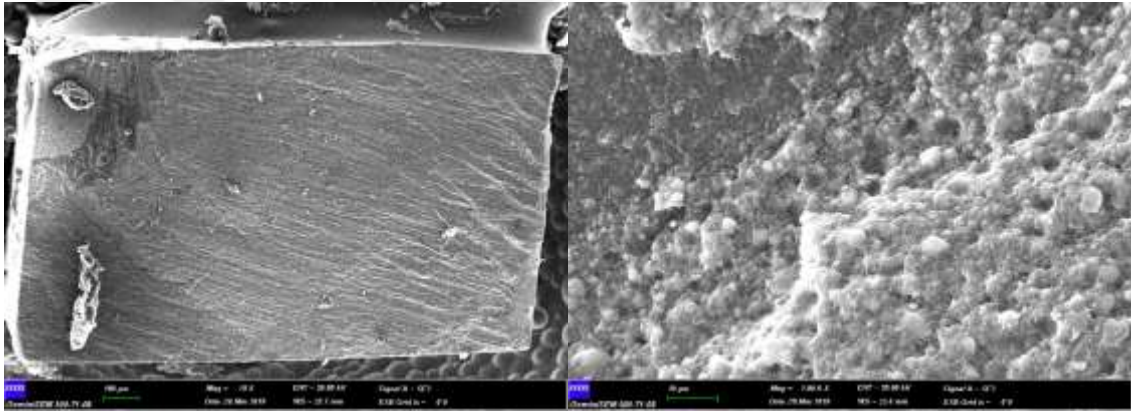
Resim 27. Yaşlandırma sonrası Grup 2' ye ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü



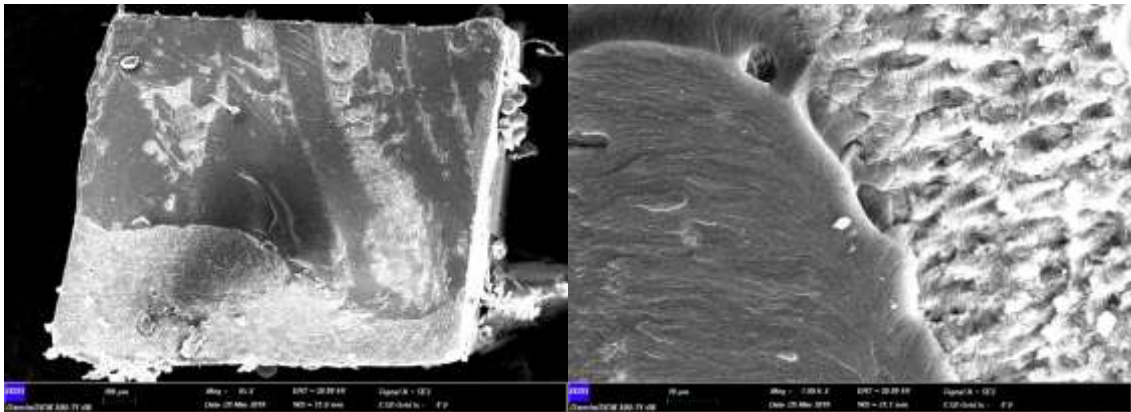
Resim 28. Yaşlandırma sonrası Grup 2' ye ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



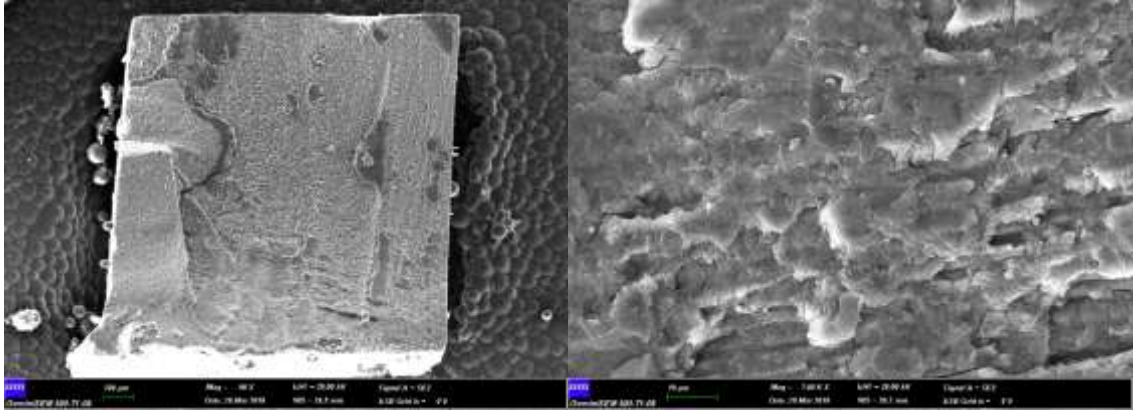
Resim 29. Yaşlandırma öncesi Grup 3' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



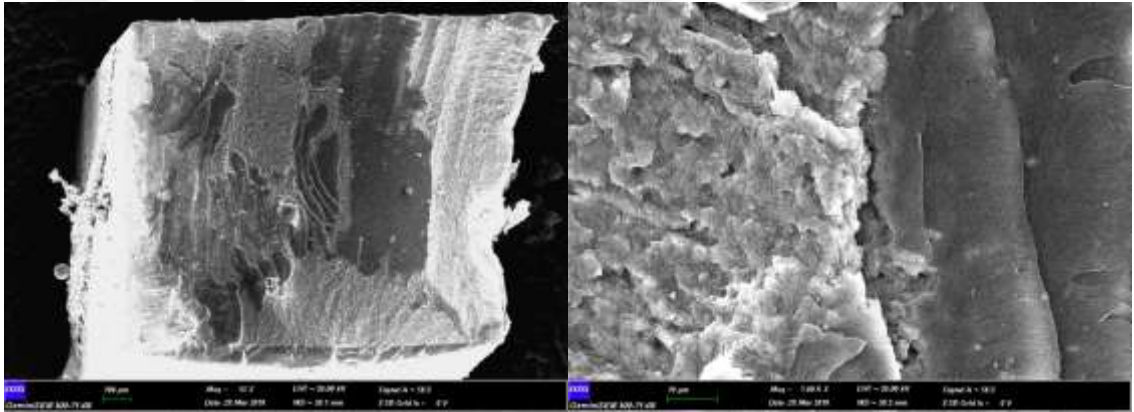
Resim 30. Yaşlandırma öncesi Grup 3' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



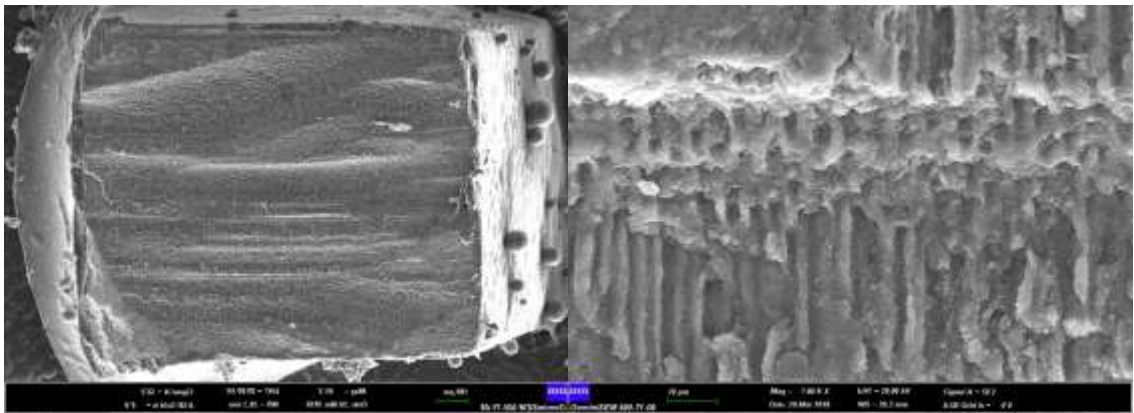
Resim 31. Yaşlandırma öncesi Grup 3' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



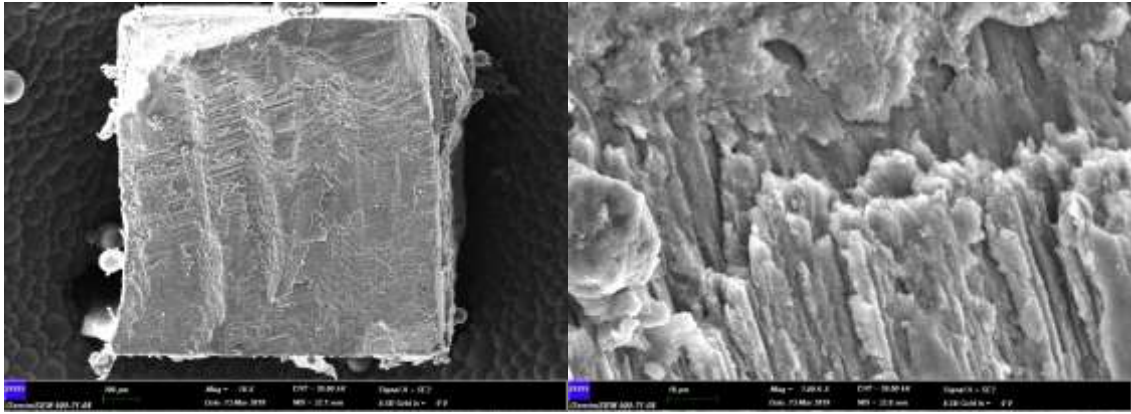
Resim 32. Yaşlandırma sonrası Grup 3' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



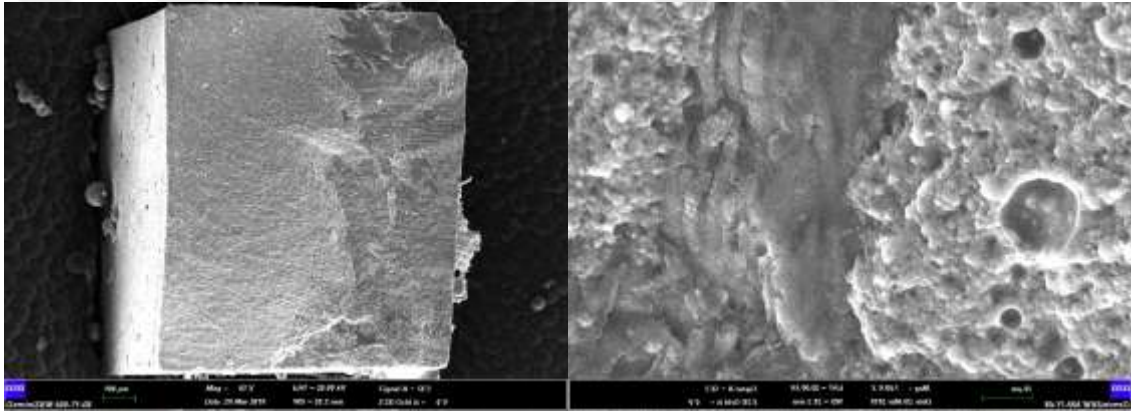
Resim 33. Yaşlandırma sonrası Grup 3' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



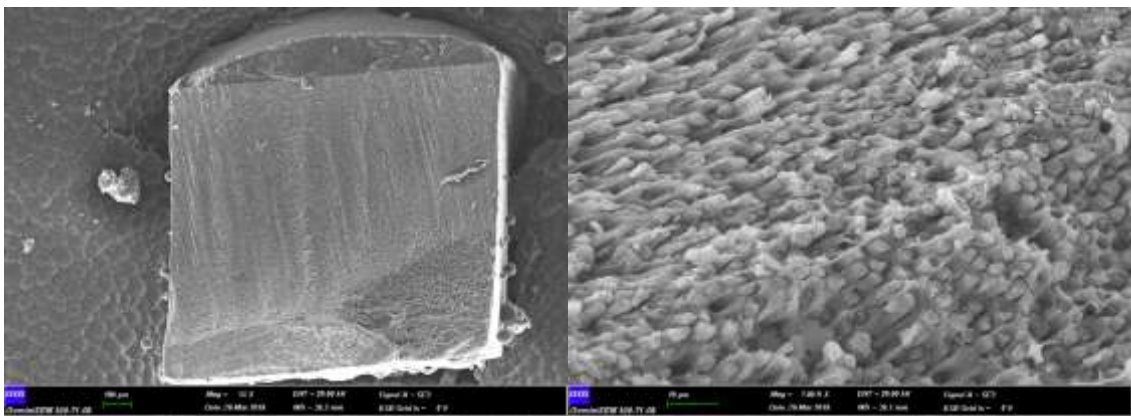
Resim 34. Yaşlandırma öncesi Grup 4' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



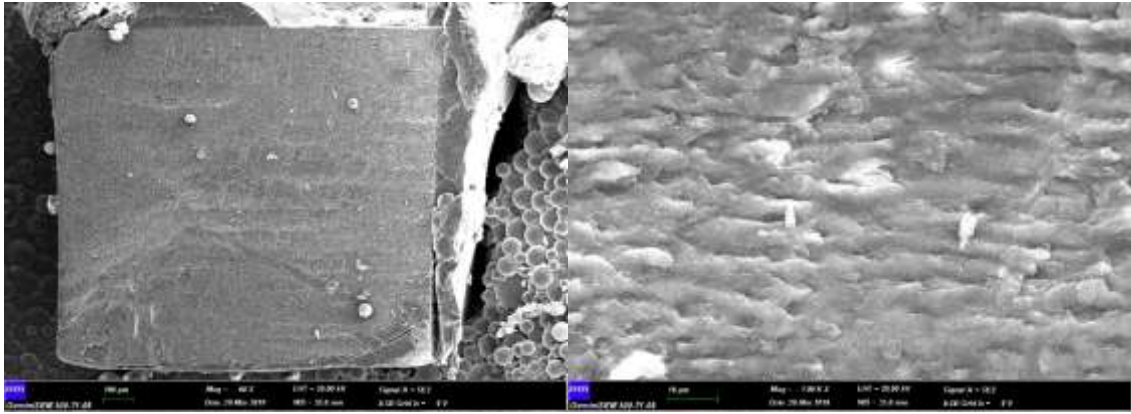
Resim 35. Yaşlandırma öncesi Grup 4' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



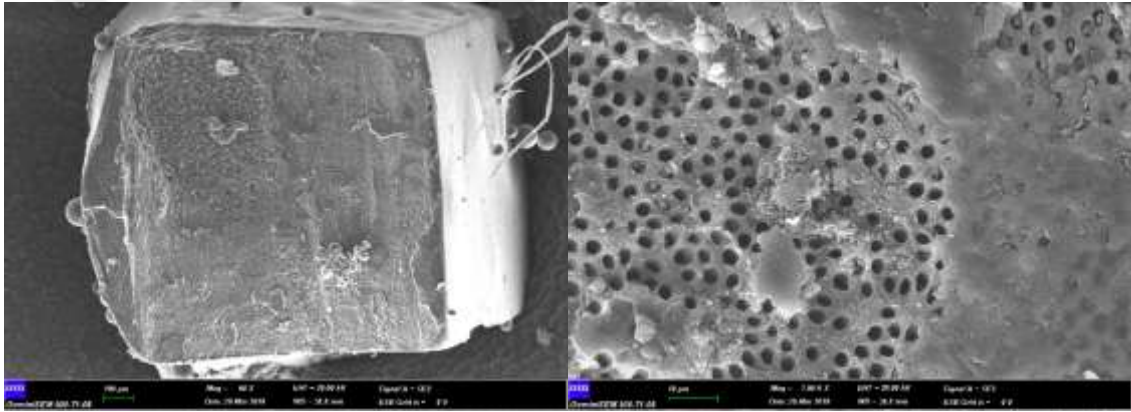
Resim 36. Yaşlandırma öncesi Grup 4' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



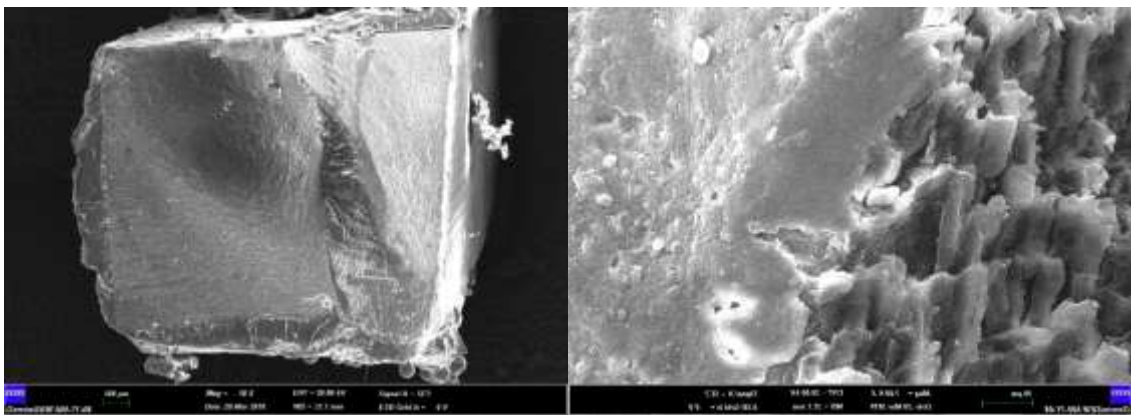
Resim 37. Yaşlandırma sonrası Grup 4' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



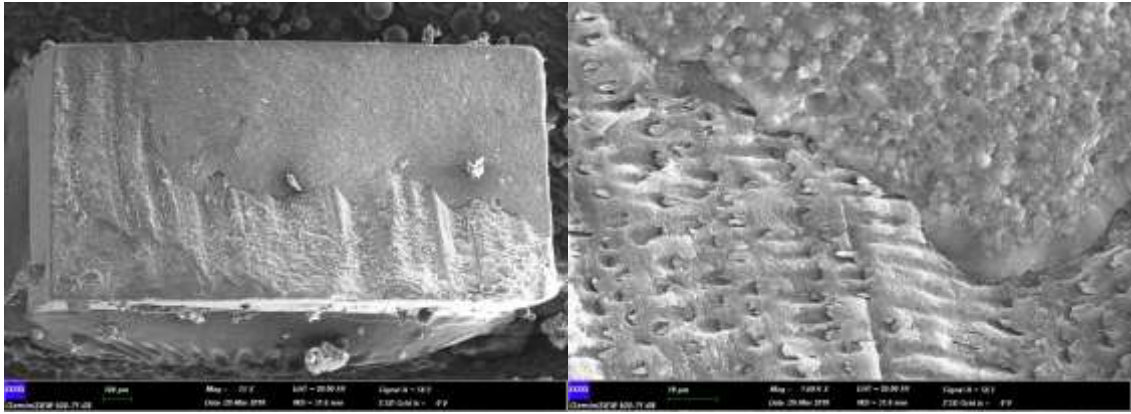
Resim 38. Yaşlandırma sonrası Grup 4' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



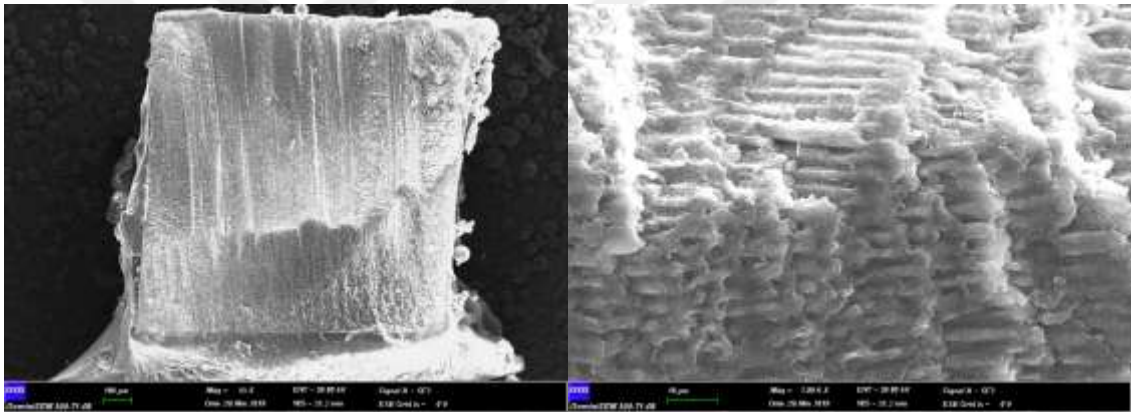
Resim 39. Yaşlandırma sonrası Grup 4' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



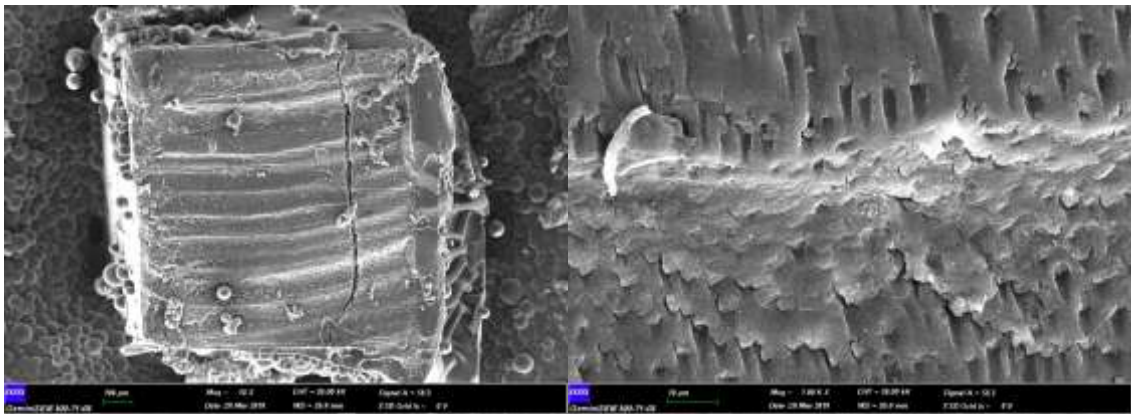
Resim 40. Yaşlandırma öncesi Grup 5' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



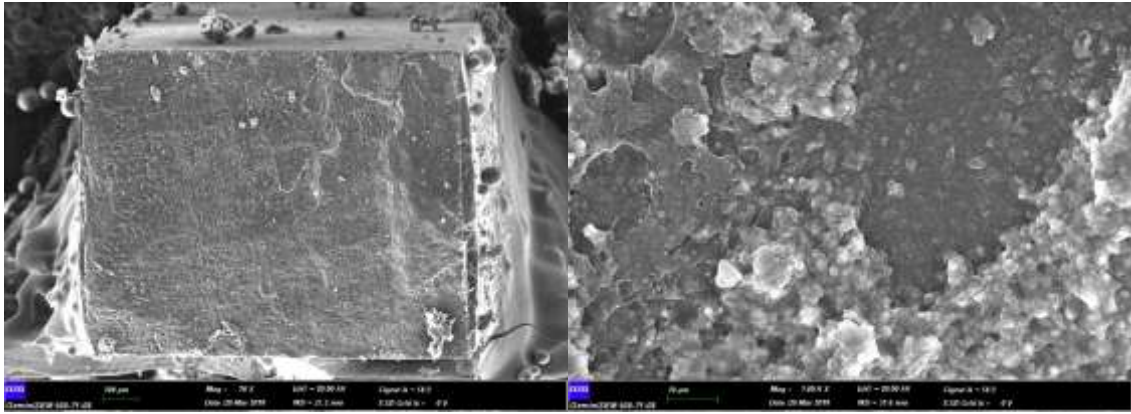
Resim 41. Yaşlandırma öncesi Grup 5' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



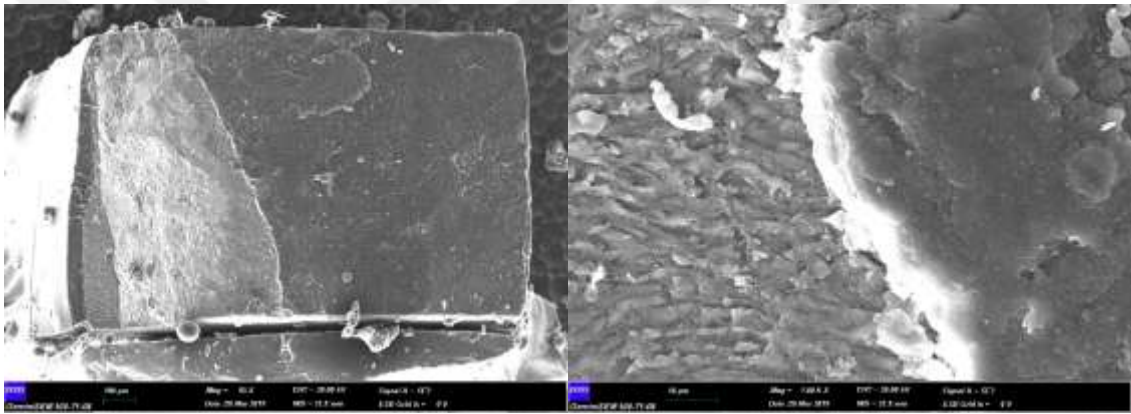
Resim 42. Yaşlandırma öncesi Grup 5' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



Resim 43. Yaşlandırma sonrası Grup 5' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'adeziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



Resim 44. Yaşlandırma sonrası Grup 5' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'koheziv' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.



Resim 45. Yaşlandırma sonrası Grup 5' e ait bir örneğin bağlantı arayüzünde görülen 'mix' tip ayrılmanın x70 ve x1000'lik büyütmede taramalı elektron mikroskop görüntüsü.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada endodontik tedavi sırasında kullanılan farklı yıkama solüsyonlarının mikrogerilim bağlanma dayanımları üzerine etkileri aynı tip adeziv ve kompozit kullanılarak değerlendirildi. Diğer solüsyonlarla kıyaslandığında QMix ve etidronik asit kompozitin pulpa odası dentinine olan mikrogerilim bağlanma dayanımını azaltmayacak veya değiştirmeyecektir şeklindeki hipotezimiz kabul edilirken, test edilen gruplarda kompozit dentin bağlantısı açısından erken ve geç dönem gruplarında bağlanma dayanımı bakımından fark vardır şeklindeki hipotezimiz ise reddedilmiştir.

Laboratuvar çalışmalarının hedefi klinik uygulamalardaki sonucu tahmin edebilmektir (174). Yeni geliştirilen materyallerin başlangıç değerlendirilmesine katkıda bulunsa da sağlam bir değerlendirme için in vitro çalışmaların klinik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Bu laboratuvar çalışmaları in vivo çalışmalara göre maliyetinin az olması, araştırma süresinin kısa olması ve çok fazla çalışan araştırmacıya gerek duyulmaması gibi avantajları vardır. İn vivo ve in situ çalışmalar için uzun zaman gerektiğinden in vitro çalışmalar tam sonuçları yansıtmasa da materyalin klinik başarı hakkında ipuçları vermektedir. İn vitro testlerde standardizasyonu elde etmek kolaydır ve daha kısa sürede sonuç alınabilir. Yukarıda belirtilen sebepler dikkate alınarak çalışmamız in vitro koşullar altında gerçekleştirilmiştir (175).

Mikrogerilim bağlanma dayanımını değerlendiren çalışmalar incelendiğinde kesici dişler, köpek dişleri, küçük azı ve büyük azı dişlerinin kullanıldığı görülmektedir. 20 yaş dişlerinin sağladığı yüzey alanının geniş olması, daha kolay elde edilebilmesi, özellikle gömülü olanlarının çürük lezyonu içermemesi gibi avantajlara sahip olmasından dolayı yukarıda belirtilen dişler arasında en sık tercih edileni 20 yaş dişleridir (176). Bu nedenle bizde çalışmamızda 20 yaş dişlerini kullandık.

Dişlerin çekimini takiben deney yapılana kadar geçen süre önem taşımaktadır. Laboratuvar testlerinde kullanılacak dişlerin çekiminden kullanılacağı zamana kadar ve çalışma aşamalarında dehidrate olmalarının önlenmesi için bir saklama solüsyonunda tutulması gerekmektedir (177). Çekimden 6 ay sonra dentin proteininde dejeneratif değişiklikler olduğundan dolayı dişler çekimi takiben 6 ay içinde kullanılması önerilmektedir (178). ISO standartlarına göre dişlerin maximum bir hafta % 0,5 Kloramin T solüsyonunda bekletilip sonra distile su içersine konulması gerektiği belirtilmektedir (179). Bu nedenle bizim çalışmamızda da kullandığımız dişler, üzerindeki organik debris ve artıkların uzaklaştırılmasının ardından maximum bir hafta % 0,5 Kloramin T solüsyonunda bekletilip sonra distile su içerisinde saklanmıştır.

Pulpa ve periapikal dokularda patolojik değişiklikler oluşturan başlıca etken, travma veya çürük yoluyla mikroorganizmaların veya oral kavitedeki diğer iritanların kök kanal sistemi içine girişidir. Kök kanallarındaki mikroorganizmalar ve onların ürünleri periradiküler problemlerin başlamasında temel rol oynamaktadır (180). Kök kanal tedavisi, kök kanal sistemi içerisinde var olan bakteri ve ürünlerinin kök kanal kompleksinden uzaklaştırmayı amaçlamaktadır. Böylece diş devital olarak ağızda fonksiyon gösterirken, periradiküler dokuların sağlığı da korunmuş olur (22).

Başarılı kök kanal tedavisi, hastalıklı pulpa dokusunun, dentin debrislerinin ve enfekte mikroorganizmaların kemomekanik olarak uzaklaştırılmasıyla sağlanır. Tedavi ile olumlu sonuçlara ulaşmak için, problemlerin tanınması ve etiyolojik faktörlerin ortadan kaldırılması gerekir. Etiyolojik faktörlerin uzaklaştırılması ise, kök kanallarının sadece mekanik temizliği ile mümkün değildir. Bu yüzden irrigasyon solüsyonları, kemomekanik temizliğin olmazsa olmaz parçasıdır. Mekanik enstrümantasyon sırasında kanalın belirli bir kısmında temas edilmemiş bölgeler bulunabilir, dolayısıyla pulpa dokusunu, bakteri ve ürünlerini, organik ve inorganik debrisini elimine etmek için şekillendirme sırasında kanalların irrigasyon solüsyonlarıyla yıkanması gerekir (3).

İrrigasyon ajanlarından biri olan NaOCI etkili bir antimikrobiyal ajandır, organik atıklara karşı çözücü etki gösterir, düşük yüzey gerilimi sayesinde dentin kanallarına kolayca penetre olabilir, ucuzdur ve raf ömrü süresi kabul edilebilir düzeydedir (3). Dezavantajları arasında toksik etkisi ve tadının kötü olması sayılır. NaOCI'nin endodonti pratiğinde % 0,5- % 5,25 arasında değişen farklı konsantrasyonları

kullanılmaktadır. Konsantrasyon arttıkça solüsyonun toksik ve iritan etkileri de artmaktadır. İritan etkisi yanında, dentinde yarattığı eroziv etki de artmaktadır (68). Pashley ve ark. (181) % 5,25, % 0,5 ve % 1'lik konsantrasyonlardaki NaOCl solüsyonlarının yarattığı biyolojik etkileri araştırdıkları çalışmalarında, konsantrasyon arttığında sitotoksik etkinin de arttığı sonucuna varmışlardır. NaOCl'nin uygun konsantrasyonunu kullanmada amaç yeterli antimikrobiyal etkinliği gösterecek, en az eroziv etkili konsantrasyonu kullanmaktır. NaOCl solüsyonunun tüm konsantrasyonlarının antimikrobiyal etkinlik gösterdiğini fakat etkinlik sürelerinin farklı olduğunu; konsantrasyonun arttıkça etki süresinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Bu yüzden çalışmamızda, klinikte en çok tercih edilen konsantrasyon olan % 2,5 NaOCl solüsyonunu tercih ettik.

NaOCl'in inorganik bileşenlere karşı bir etkisi olmadığı için smear tabakasının uzaklaştırılmasında şelasyon ajanları ile birlikte kullanımı önerilmektedir (29). Endodontide en sık kullanılan şelasyon ajanı EDTA'dır. EDTA dentinin yapısındaki kalsiyum ile şelasyon yapar ve dentinin inorganik yapısını uzaklaştırır. Dentinin inorganik yapısının ana elemanları kalsiyum ve fosfattır ve bu bileşenler suda çözünebilmektedir. Çözünmüş halde bulunan kalsiyum iyonları EDTA'ya bağlanır ve bu durum yeni kalsiyumun çözünmesine neden olur. Tüm bu süreç demineralizasyon ile sonuçlanır (10).

% 17 EDTA'nın 1 dk uygulanmasının smear tabakasını elimine ettiği, dentin kanallarını açığa çıkardığı ve kanal dolgusunun adapte olacağı temiz bir yüzeyi sağladığı yapılan çalışmalar tarafından doğrulanmaktadır (3, 75). Smear tabakasının hem inorganik hem de organik bileşenlerinin etkili bir şekilde uzaklaştırılması için EDTA'nın NaOCl ile birlikte kullanılması ise birçok araştırmacı tarafından önerilmektedir (34, 36). EDTA ve NaOCl'in birlikte kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların yıkama solüsyonlarının kullanım sırasına ilişkin bir farklılık gösterdiği görülmüştür. Araştırmacıların bir kısmı önce NaOCl sonra EDTA uygulaması yaparken (17, 182), diğer kısmı önce EDTA sonra NaOCl uygulamasını tercih etmişlerdir (183). *E.faecalis*'in eliminasyonunda NaOCl ve EDTA'nın kombine kullanımının NaOCl'in ardından EDTA kullanımından daha etkili olduğu bildirilmiştir (184). Bu iki irriganla açık dentin tübülleri ile apikal kısımda dahi temiz bir yüzey elde edilmiştir. Bununla birlikte NaOCl ve EDTA kombinasyonu kök dentininin mineral içeriğinde değişikliğe

neden olmuştur (185). Taramalı elektron mikroskopunda (SEM) yapılan bir çalışmada % 2.5 NaOCl ile % 2'lik klorheksidin jel veya likid formunun ardından EDTA ve salin uygulaması ile kök kanal duvarlarında daha temiz bir yüzey elde edilmiştir (186). Bu nedenlerden dolayı çalışmamızın bir grubunda kanal yıkama solüsyonu olarak önce NaOCl ardından EDTA uygulanmıştır.

QMix Markus Haapasalo ve arkadaşları tarafından geliştirilen ve kök kanalının son durulanması için önerilen yeni bir irrigasyon solüsyonudur. QMix'in içeriğinde CHX, EDTA ve deterjan vardır. İçeriğindeki CHX ile uzun süreli antibakteriyel etki ve EDTA ile smear tabakasını uzaklaştırma etkisinin tek bir solüsyonda kombine edilmesi amaçlanmıştır (16). Wang ve ark. (186) yaptıkları çalışmada, QMix'in % 6'lık NaOCl kadar etkili antibakteriyel etkisi olduğu belirtmişlerdir. Stojicic ve ark. (15) yaptıkları çalışmada Qmix'in smear tabakasını uzaklaştırmada EDTA kadar etkili olduğu ve antibakteriyel etkinliğinin de CHX ve MTAD solüsyonlarından daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

QMix'e yüzey aktif madde olan deterjanının eklenmesinin gerekçesi, çözeltilerin yüzey gerilimini düşürmek ve ıslanabilirliklerini arttırmaktır (187). Ayrıca, deterjan irrigasyon ajanının kök kanalına daha iyi nüfuz etmesini sağlar (188). Son zamanlarda, bir yüzey aktif madde ve CHX-Plus (klorheksidin), Chlor-Xtra (sodyum hipoklorit) veya Smear-Clear (EDTA) gibi geleneksel bir irrigant karışımı elde edilmiştir. Birçok çalışma, yüzey aktif madde içeren bileşikler içermeyenlerle karşılaştırıldığında daha iyi performans gösterdiği sonucuna varılmıştır. Karışımdaki CHX'in benzersiz bir avantajı, dentin üzerine adsorbe olabilmesi ve dentin yüzeyi üzerinde mikrobiyal kolonizasyonu önlemesidir. Karışımdaki EDTA'nın avantajı ise tek başına kullanıldığında antibakteriyel etkiye sahip olmasa da, gram negatif bakterilerde katyonları (Mg^{2+} ve Ca^{2+}) bakteri hücre zarından kenetleyerek ve kaldırarak ve geçirgenliğini artırarak hücre duvarı hasarına neden olabilir (189–191).

QMix, nihai durulama için belirtildiği gibi kullanıldığında kalan NaOCl ile etkileşime girmez ve bir çökelti oluşturmaz, mevcut bakterileri öldürmek için smear tıkaçı olmayan dentinde önemli klinik sonuç ve etkileri gösterilmiştir (106). Son yıkama solüsyonu olarak NaOCl'dan sonra kullanımı önerilmiştir. Bu yüzden bizde çalışmamızda QMix solüsyonunu bu şekilde uyguladık.

Etidronik asit diye de bilinen 1-hydroxyethylidene-1, 1-bisphosphonate (HEBP), NaOCl ile kullanıldığında smear tabakasını etkin şekilde uzaklaştıran bir şelasyon ajanıdır. Ayrıca kök kanal dentininde EDTA'ya göre daha az agresif olduğu bildirilmiştir (12). De-Deus ve ark. (12) yaptıkları bir çalışmada etidronik asidin smear tabakasını kaldırılması amacıyla, % 9 ve % 18 konsantrasyonlarında kullanılabilir olduğunu göstermişlerdir. Hem % 9 ve hem de % 18'lik etidronik asit konsantrasyonlarında benzer demineralizasyon etkinliği sonucuna ulaşılmıştır. HEBP, NaOCl ile karıştırılarak kullanıldığında, 1 saat sonra NaOCl'in aktivitesinde bir miktar azalmaya neden olur, ancak iki madde ayrı ayrı kullanıldığında HEBP için mevcut aksiyon alanını artırabilir (92). Bu yüzden bizde çalışmamızda % 9 HEBP solüsyonunu NaOCl uygulamasından sonra kullandık.

Literatürde; EDTA, NaOCl, klorheksidin gibi birçok irrigasyon solüsyonlarının adeziv ve pulpa odası dentine bağlantısı üzerine etkileri değerlendirilmesine rağmen Qmix ve HEBP ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yüzden çalışmamızda EDTA ve NaOCl solüsyonlarına ek olarak Qmix ve HEBP'inde rezin dentin bağlantısına etkisi değerlendirilmiştir.

Endodontik tedavi sırasında kullanılan irrigasyon ajanlarının dentine olan etkisinin değerlendirildiği çalışmalar incelendiğinde bu çalışmaların bir kısmının kök dentininde, diğer kısmının ise koronal dentinde yapıldığı görülmüştür. Kök dentinin kullanıldığı çalışmaların amacı genelde irrigasyon ajanlarının kök dentininin elastikiyet ve mikrosertlik üzerine etkileri ve postun simantasyonunda yıkama solüsyonunun bağlanmaya olan etkisini değerlendirmektir (75, 179, 192). Koronal dentininin kullanıldığı çalışmalarda ise yıkama solüsyonlarının uygulanan restoratif materyallerin dentine olan bağlantısına etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir (17). Özellikle pulpa odası duvarı dentini endodontik irrigasyon solüsyonlarından oldukça etkilenmektedir. Bunun yanında derin dentinde olduğu gibi pulpa odası dentininde de bağlanma zordur, derin dentin yüzeyleri geniş ve yoğun tübüller, daha az intertübeller dentin içerdiğinden, yüzeyel dentinden daha zor bir bağlanma sağlar. Pulpa odası içine olan bağlantıda, dentin kanalcıkları bağlantı yüzeyine ideal olan dik konumda iken, pulpa odasına yakın konumdaki derin dentinde, dentin kanalcıklarının konumu paralele doğru kaymaktadır (193). Pulpa odası duvar dentin yapısı, dişlerin diğer dentinal bölgelerinden farklıdır ve endodontik prosedürler sırasında prepare edilmediğinden, bu alanda bir smear tabakası

oluşmaz (18, 194). Smear tabakası frez temas etmiş dentinde bağlanmayı önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir ve uzun vadeli bağlanma dayanımı üzerindeki etkisi hala iyi bilinmemektedir. Bununla birlikte, pulpa odası dentinine yapılan bir restorasyonda pulpa odasının kutu formunda olmasından dolayı kompozit diş kompleksinde bağlanmış yüzeyin bağlanmamış yüzeye oranını gösteren konfigürasyon faktörü (C-faktörü) ($5 \div 1 = 5$), yüksektir, bu da polimerizasyon büzülmesinin daha fazla olmasına ve akabinde de bağlantının olumsuz etkilenip restorasyonda mikrosızıntı oluşumuna sebep olur (222, 223). Bu çalışmada yukarıda söylenen nedenlerden dolayı pulpa odası dentini tercih edilmiştir.

Endodontik tedaviler sırasında NaOCl uygulanmasının dentin matrisindeki bileşenlerinin oksidasyona yol açtığı ve rezinin ışıkla aktivasyonu sırasında üretilen vinil serbest radikalleri ile rekabet edebilecek bazı protein kaynaklı radikalleri oluşturduğu düşünülmektedir. Bu durumda eksik polimerizasyon ve kısa zincir oluşumuna sebep olmaktadır (195–197). Ayrıca, NaOCl uygulamasından sonra kalsiyum ve fosfor seviyelerinde ve elastik modül, eğilme kuvveti ve mikro sertlik gibi dentin mekanik özelliklerinde azalma meydana gelebilir (73, 198). NaOCl uygulanmış dentinde kollajen liflerinin kaldırılmasının sağlıklı bir hibrit tabaka oluşumunu önlediği ve sonuç olarak düşük bağ kuvveti değerlerine sebep olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir.

EDTA, endodontik tedaviler sırasında yaygın olarak kullanılan şelasyon ajanıdır. Şelasyon ajanları hidroksiapatit kristallerindeki kalsiyum iyonlarıyla reaksiyona girer ve kalsiyum iyonlarını dentinden uzaklaştırır. EDTA çözeltisi güçlü bir demineralize etkiye sahiptir, bu da dentin tübüllerinin genişlemesine, dentinin yumuşamasına ve kollajen denatürasyonuna neden olur. Ca^{2+} iyonları oranındaki değişim, dentinin organik ve inorganik komponentini etkileyebilir, bu durum dentin mikro sertliği, geçirgenliği ve çözünürlük özelliklerinde değişiklik ile sonuçlanır (88). Buna bağlı olarak dental materyallerin dentine adezyon ve sızdırmazlığı etkilenebilir. Dentine adezyon esasen bağlantı arayüzeyinde kalan Ca^{2+} iyonları varlığına bağlıdır. Bağlantıdaki azalma Ca^{2+} iyonlarının azalmasına atfedilebilir (199). Garcia-Godoy ve ark. (200) yaptıkları çalışmada EDTA'nın, yüksek kaliteli hibrid katman bağlantısını engelleyen dentinal matrisin kollapsına neden olduğunu belirtmişlerdir. EDTA uygulanmış dentinde mikro sertliğin azalması, ıslanabilirlik ve yüzey pürüzlülüğünün

artması gibi mekanik özelliklerinde değişiklikler olduğu düşünülmektedir, buna bağlı olarak adeziv rezin ve EDTA uygulanmış dentin arasında mikromekanik etkileşimin azalmasına söz konusu olabilir (201).

Farklı yıkama solüsyonlarının dentin adezivinin mikrogerilim bağlanma dayanımına olan etkisinin değerlendirildiği çalışmamızda % 2, 5 NaOCI ile % 17 EDTA'nın uygulandığı grupta bağlanma kuvveti istatistiksel olarak diğerlerinden daha düşük bulunmuştur. Bu sonuç Santos ve ark. (202) , Dikmen ve ark. (203) nin yaptıkları çalışmalarla benzerdi. Santos ve ark. (202) 2006 yılında yaptıkları çalışmalarında endodontik irrigasyon solüsyonlarının pulpa odası dentininde bağlanmaya etkisine bakmışlar ve % 5, 25 NaOCI ve % 17 EDTA uygulanan grupta kompozit – dentin arasındaki bağlantının önemli derecede azaldığı sonucuna ulaşmışlardır. Dikmen ve ark. (203) yaptıkları çalışmada ise irrigasyon solüsyonu olarak NaOCI, NaOCI + EDTA, CHX, NaOCI + sodyum askorbatı kullanmışlar. Bu solüsyonların Clearfil SE Bond, Xeno 3 ve Single Bond üzerindeki etkisini incelemişler, bağlanma kuvveti bakımından en düşük değerlerin tüm adeziv sistemlerde NaOCI ile EDTA' nın uygulandığı grupta olduğu sonucuna varmışlardır. Wattanawongpitak ve ark. (204) yaptıkları diğer bir çalışmada EDTA ve NaOCI ' nın ikisinin birlikte uygulanmasının dentinde erozyona sebep olduğunu göstermişler. Bu çalışmalarda ve bizim çalışmamızda da EDTA' nın erozyon etkisine ek olarak öncesinde kullanılan NaOCI'nın oksidasyon etkisinde bağlanma kuvvetinde düşümlere sebep olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Smear tabakasının kaldırılması için alternatif olarak NaOCI ile birlikte biyo-uyumlu bir şelasyon ajanı olan HEBP' nin kullanılması önerilmiştir. Bu alternatif teknik, EDTA'nın kullanımına benzer fakat daha düşük seviyede inorganik dokularda çözünme yapar ve HEBP NaOCI' in çözücü ve antimikrobiyal özellikleriyle çok az etkileşime girer. Daha önceki çalışmalara göre; % 5 NaOCI ve % 18 HEBP karışımının doğrudan kollajen lifleri üzerindeki etkisi, tek başına NaOCI' nın kullanımına göre daha geniş tübül açıklığını sağlaması ve HEBP kullanımının, dentinin organik kısımda NaOCI' nin daha fazla yüzeysel bir etkiye yol açabileceğidir (205, 206). EDTA, dentin yüzeyinde HEBP'den daha fazla Ca²⁺ iyonu kaldırabilir (207). Dentin yüzeyinde Ca²⁺iyonlarının varlığı dental adezivlerin dentine bağlanmasında olumlu etki yapar (208). Kaki ve ark. (209) HEDP solüsyonunun koronal dentindeki adezyona etkisini inceledikleri çalışmalarında EDTA uygulanan gruptaki bağlantı kuvvetinin HEDP ve kontrol

gruplarındakinden daha düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonuç bizim çalışmamızdaki gruplarla benzerlik göstermektedir. Etidronatın şelasyon kapasitesi oldukça düşüktür ve kullandığımız % 9 oranındaki HEBP'nin dentindeki deminerilizasyonu % 18 HEBP 'den daha azdır. Çalışmamızda etidronat kullandığımız grubun kontrol grubundan mikrogerilim bağlanma dayanımı kuvveti açısından bir fark olmamasını ajanın zayıf etkisi ve düşük konsantrasyonda kullanımına bağlamaktayız.

QMix, EDTA, klorheksidin (CHX) ve bir deterjan içeren ve smear tabakasının uzaklaştırılması için kullanılan yeni bir endodontik irrigasyon solüsyonudur. % 17 EDTA'nın yerine 60-90 sn. kullanılabilecek son irrigasyon solüsyonu olarak tasarlanmıştır (14, 210). QMix, kullanıma hazır ve karıştırma zamanı gerektirmeyen bir solüsyondur. Bu tek aşamalı son durulama solüsyonu, CHX'in antimikrobiyal özelliğini, EDTA'nın ise smear tabakası kaldırma özelliğini birleştirerek etki gösterir. Ballal ve ark. (211) EDTA'nın son irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldığında, kök kanal dentindeki ıslanabilirliğin ve AH Plus'ın yayılmasını, QMix'in son irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmasına kıyasla azalttığını bildirmiştir. Chaudhary ve ark. (212) kök kanal irrigasyon solüsyonlarının postun bağlanması üzerine etkilerini inceledikleri in vitro çalışmada QMix uygulanan gruplardaki postun bağlanma dayanımı EDTA uygulanan gruplardan daha yüksek çıktığı sonucuna ulaşmışlardır. Araştırmacılar, bu sonucun QMix'in içerisindeki EDTA' nın etkisiyle demineralizasyonun artması CHX'in ve deterjanın kombine etkisiyle de ıslanabilirliğin artması sonucuna bağlamışlardır. Aynı zamanda Taşman ve ark. (213) yaptıkları bir çalışmada QMix'in içerisindeki EDTA'nın daha düşük yüzey gerilimine sahip olduğu bu durumda ıslanabilirliği arttırdığını bildirmiştir. İçeriğindeki CHX dentinin serbest yüzey enerjisini artırır ve kök kanal dolgu maddelerinin temas açısını azaltır, deterjan ise yüzey gerilimini azaltır ve ıslanabilirliği artırır (187, 214). Bizim çalışmamızda da QMix uygulanan gruplarda mikrogerilim bağlanma dayanımı kuvveti EDTA uygulanan gruplardan diğer çalışmalarla benzer şekilde yüksek çıkmıştır.

Üniversal adezivler diş hekimliği piyasasına sunulmuş olan en son jenerasyon adeziv sistemlerdir. Üretici firmalar tarafından üniversal adezivlerin hem etch& rinse hem de self-etch modunda kullanılabileceği önerilmektedir. Yapılan bazı çalışmalar da bunu desteklemektedir (149, 215). Karaman ve ark. (216) yaptıkları in vitro çalışmada Single Bond Üniversal' in self-etch modunda kullanıldığında, self-etch adeziv sistemler için

altın standart olarak kabul edilen Clearfil SE Bond ile benzer dentine bağlanma değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir. Single Bond Üiversal adezivin içeriğinde hidroksiapatit kristalleriyle kimyasal bağlantıyı sağlayan polialkenoik asit kopolimeri olan Vitrebond (3M ESPE) içermektedir ve Single Bond Üiversal adezivin yüksek bağlanma dayanımı göstermesinin içeriğinde bulunan polialkenoik asit kopolimeri ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir(149). Single Bond Üiversal fonksiyonel monomer metakrilil-oksididesidihidrojen fosfat (MDP) içerir. MDP, 20 sn gibi kısa bir sürede klinik olarak uygun bir zaman aralığında gerçekleşen hidroksiapatit ile primer kimyasal bağın oluşumundan sorumludur. Aynı zamanda Single Bond Üiversal, üreticinin talimatlarına uygun şekilde uygulanırsa uzun süre oluşturduğu kimyasal bağ stabil kalır. Bu durum muhtemelen, tek aşama ile oluşturulan ince adeziv katmanında bile yüksek derecede polimer çapraz bağlanmasına izin veren geliştirilmiş sertleşme özelliğinden kaynaklanmaktadır (217). Bu çalışmada Single Bond Universal adeziv, self-etch modda kullanıldığında da yüksek bağlanma dayanımı göstermesi ve asitleme aşamasının teknik hassasiyet gerektiren bir aşama olması nedeniyle asitleme aşamasından doğabilecek sorunların eliminiasyonu için, self-etch modda kullanılmıştır.

Çalışmamızda ISO TR 11450 standardına göre (1994, 2003) suda 5°C ve 55°C arası 500 kez termal siklus ile yapay yaşlandırma testini seçtik. Ağız içi ısı değişimlerini taklit ettiği ve kompozit dentinin uzun dönem bağlantısını incelemek için 1 yıl yaşlandırmaya denk gelen 10000 devir termal siklus uygulaması tercih edilmiştir. Yaptığımız çalışmada test edilen grupların erken ve geç dönem bağlanma dayanım değerlerinde istatistiksel olarak fark olmamıştır. Bunun nedeni 1 yıllık yaşlandırma süresinin azlığı ve örneklerin mikrogerilim kesitlere bölünmeden bütün şeklinde saklanması olabilir. Büyük örneklerin saklanmadan önce kesitlere bölünerek depolanması, örneklerin kesit alanını azaltır, bu da hibrit tabaka boyunca suyun daha hızlı difüzyonunu sağlar (218, 219). Birçok çalışma bütün diş olarak saklanan örneklerin bağlanma dayanımlarının 1 yıl suda bekletme sonunda bile değişmediğini göstermiştir

Diş hekimliğinde dentin adezivinin diş dokusuna bağlanma performansını değerlendiren testler arasında en çok tercih edilenleri bağlanma dayanım testleridir. Dental adeziv sistemlerin bağlanma dayanımları çoğunlukla “shear” bağlanma dayanım testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu geleneksel metotta geniş yüzey bölgeleri kullanılır.

Ancak, pulpal yüzey dentin çalışmalarında bunun başarılması güçtür. “Shear” testiyle kırılmanın tipik formu çoğunlukla kohezivdir ve materyalin kendi içinde bir kırılma olduğu için bağlanmanın adeziv dayanımı hakkında güvenilir bir bilgi vermez (220). Diğer bir bağlanma dayanım testi olan mikrogerilim testinde; bir diştten çok sayıda ve küçük örnekler elde edilir, ara yüzeyde daha iyi stress dağılımı sağlanır, küçük yüzeylerde kuvvet dağılımı daha iyi olduğu için bu adeziv başarısızlık tipi daha çok görülür, bölgesel bağlanma dayanım farklılıkları değerlendirilebilir, tek bir dişteki değişkenler hesaplanabilir (174). Uygun koşullar altında yapıldığında mikrogerilim bağlanma dayanım testi sonuçları ile dentin adezivinin klinik başarısı arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur (221). Bu nedenlerden dolayı çalışmamızda dentin adezivlerinin bağlanma dayanımı mikrogerilim testi aracılığı ile değerlendirilmiştir.

Mikrogerilme bağlanma dayanımı yöntemi, 1994 yılında Sano ve ark. (177) tarafından geliştirilmiş ve bağlanma yüzey alanı 1 mm^2 olan örneklerin kullanılması önerilmiştir. Araştırmacılar, örneklerin bağlanma alanının küçüldükçe bağlanma dayanımının arttığını bildirmişlerdir ve bunu materyal içindeki defektlerin dağılımına bağlamışlardır. Buna göre, bir materyale uygulanan gerilme kuvvetleri sırasında, küçük örneklerde oluşacak olan defektlerin büyük örneklere göre daha az olacağı ve bu durumun o materyalin gerilme dayanımını arttıracığı belirtilmiştir (177). Bu nedenle çalışmada da 5-6 mm uzunluğunda, 1 mm^2 yüzey alanı örnekler olan hazırlanmıştır

Bu çalışmada, kırılma tipleri SEM ile incelenerek belirlenmiştir. Genellikle, başarısızlık modları stereomikroskopi ile incelenir ve adeziv, dentin veya kompozitte koheziv ve miks başarısızlıklar olarak sınıflandırılır. Bu bilgi yeterli olsa da, sadece düşük güçlü mikroskopi ile yapılan değerlendirmenin, kırılmış yüzeydeki materyallerin ve başarısızlık modlarının ayrımının hatalı yorumlanmasına sebep olabileceği kabul edilmiştir (222). Adeziv, koheziv veya miks başarısızlıklar için başarısızlık modu üzerindeki doğrulayıcı sonuç, yalnızca yüksek büyütme oranlarında SEM ile uygun şekilde yapılabilir (223).

Çalışmamızda deney gruplarında mikrogerilim bağlanma dayanımı testlerinden sonra örneklerdeki kırık tipleri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada yaşlandırma öncesi gruplarda en fazla koheziv ve en az adeziv kırılma tipi gözlenirken, yaşlandırma sonrası gruplarda da en fazla koheziv, en az adeziv kırılma tipi gözlenmiştir. Adeziv kopma,

materyalde kırık oluşumuna neden olan koheziv kırığa tercih edilen bir kopma tipidir. Buna rağmen çalışma gruplarımızda Single Bond Üniwersal adezivi kullanığımız için bağlanma dayanımını değerlerinin fazla olmasıyla daha çok koheziv tip kopmalar görülen diğer çalışmalarla benzer sonuçlar bulunmuştur (224–226).

Çalışmamız laboratuvar ortamında gerçekleştirildiğinden ağız ortamında gözlenen ısı, nem, farklı yönde gerçekleşen çiğneme kuvvetleri, tükürük, vital bir pulpa dokusu nedeniyle gözlenen pulpal ısı ve basınç, yeme alışkanlıkları ve diğer alışkanlıklar gibi önemli etkenler gözardı edilmiştir. Bu sebeple in vitro çalışmaların, in vivo çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Bu konuyla ilgili in vivo çalışmalara ve klinik takiplere ihtiyaç vardır.

6. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasının sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. İrrigasyon ajanı olarak NaOCI ve şelasyon ajanı olarak EDTA uygulanan gruplarda; EDTA' nın güçlü demineralizasyon etkisinden dolayı akabinde yapılan kompozit restorasyonun bağlanma kuvveti değerleri en düşük bulunmuştur.
2. İrrigasyon ajanı olarak HEBP; düşük demineralizasyon etkisi buna bağlı olarak mirogerilim bağlanma kuvveti değerlerinde olumsuz bir etki oluşturmaması ve NaOCI ile birlikte karışım olarak kullanılabilmesi gibi avantajları nedeniyle endodontik tedavilerde kullanımı önerilebilir.
3. QMix' in içeriğindeki EDTA' nın demineralizasyon etkisi, CHX'in ve deterjanın kombine etkisiyle de dentinin ıslanabilirliğini sağlamasıyla kompozit- dentin arasındaki bağlantıyı olumsuz etkilememiştir.
4. Çalışmamızda 1 yıllık yaşlandırma süresine denk gelen 10000 devir termal siklus uygulamasının bağlanma değerlerini etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır.

7. KAYNAKLAR

1. Basmadjian-Charles, C.L., Farge, P., Bourgeois, D.M., Lebrun T. Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of the literature. *Int Dent J.* 2002;52:81–6.
2. Torabinejad M WRER (ed). *Endodonti Temel İlkeler ve Uygulamalar.* İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.; 2011.
3. Cohen S BR. *Pathways of the Pulp.* 8th ed. St. Louis, Missouri: Mosby Publishing.; 2001.
4. Mohammadi Z AP. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J.* 2009;42:288–302.
5. Bystrom A SG. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res.* 1981;89:321–8.
6. Harrison JW. Irrigation of root canal system. *Dent Clin North Am.* 1984;28:797–808.
7. Clarkson RM1, Moule AJ PH et al. Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solutions of varying compositions and concentrations. *Aust Dent J.* 2006;51:245–51.
8. Hand RE, Smith ML HJ. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod.* 1978;4:60–4.
9. Moorer WR WP. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J.* 1982;15:187–96.
10. Hülsmann M, Heckendorff M LA. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J.* 2003;36:810–30.
11. White RR, Hays GL JL. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *J Endod.* 1997;23:229–31.

12. G. De-Deus, M. Zehnder CR 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.
13. Christensen C, Mcneal S EP. Effect of lowering the pH of sodium hypochlorite on dissolving tissue in vitro. *J Endod.* 2008;34:449–52.
14. Dai L, Khechen K KS et al. The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *J Endod.* 2011;37:80–84.
15. Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B HM. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J.* 2012;45:363–71.
16. Wang Z, Shen Y, Ma J HM. The effect of detergents on the antibacterial activity of disinfecting solutions in dentin. *J Endod.* 2012;38:348–53.
17. Farina AP, Cecchin D, Barbizam JV C-JB. Influence of endodontic irrigants on bond strength of a self-etching adhesive. *Aust Endod J.* 2011;37:26–30.
18. Ozturk B OF. Effect of NaOCl on bond strengths of bonding agents to pulp chamber lateral walls. *J Endod.* 2004;30:362–5.
19. Torabinejad M, Kutsenko D, Machnick TK, Ismail A NC. Levels of Evidence for the Outcome of Nonsurgical Endodontic Treatment. *J Endod.* 2005;31:637–46.
20. Elizabeth M S. Hand instrumentation in root canal preparation. *Endod Top.* 2005;10:163–7.
21. Walton ER. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod.* 1976;2:304–11.
22. Kakehashi S, Stanley HR FR. The Effects of Surgical Exposures of Dental Pulp in Germ-Free and Conventional Laboratory Rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965;20:340–9.
23. Bystrom A, Claesson R SG. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1:170–5.

24. Nakashima, K. ve Terata R. Effect of pH Modified EDTA Solution to the Properties of Dentin. *J Endod.* 2005;31:47–9.
25. Arı, H., Erdemir, A. ve 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.
26. Aktener, B. O., Cengiz, T. ve Pişkin B. The penetration of smear material into dentinal tubules during instrumentation with surfaceactive reagents: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* 1989;15:588–90.
27. Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Nusstein JM DG. Proposed role of embedded dentin chips for the clinical failure of nickeltitanium rotary instruments. *J Endod.* 2004;30:339–41.
28. Paque F, Rechenberg DK ZM. Reduction of hard-tissue debris accumulation during rotary root canal instrumentation by etidronic acid in a sodium hypochlorite irrigant. *J Endod.* 2012;38:692–5.
29. HAAPASALO, M., SHEN, Y., QIAN, W., GAO Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am.* 2010;54:291–312.
30. Wu MK, van der Sluis LW WP. A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. *Int Endod J.* 2002;35:527–35.
31. Eick JD, Wilko RA, Anderson CH SS. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res.* 1970;49:1359–68.
32. McComb, D., Smith, D. C. ve Beagrie GS. The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation--a scanning electron microscopic study. *J Br Endod Soc.* 1976;9:11–8.
33. Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D TM. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod.* 2002;28:779–83.
34. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH LP. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1981;(52):197–204.

35. Mader, C. L., Baumgartner, J. C. ve Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod.* 1984;10:477–83.
36. Baumgartner JC MC. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod.* 1987;13:147–57.
37. Pashley DH, Michelich V KT. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent.* 1981;46:531–7.
38. Galvan DA, Ciarlone AE, Pashley DH, Kulild JC, Primack PD SM. Effect of smear layer removal on the diffusion permeability of human roots. *J Endod.* 1994;20:83–6.
39. Yang, S. E. ve Bae KS. Scanning electron microscopy study of the adhesion of *Prevotella nigrescens* to the dentin of prepared root canals. *J Endod.* 2002;28:433–7.
40. Brannstrom M NH. Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effect on the pulp. *J Prosthet Dent.* 1973;30:303–10.
41. George S, Kishen A SK. The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2005;31:867–72.
42. Haapasalo, M. ve Orstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *Journal of Dental Research.* 1987;66:1375–9.
43. Günaydın İT. Kök kanalında *E.faecalis*'in eliminasyonunda farklı yıkama yöntemleriyle kullanılan yıkama solüsyonlarının ve kanal içi kalsiyum hidroksit uygulamasının etkinliğinin in vitro olarak incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2002.
44. GA K. Farklı irrigasyon solüsyonlarının antifungal ve yumusak dokudaki histopatolojik etkilerinin incelenmesi. Gazi Üniversitesi; 2007.
45. M. Z. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006;32:389–90.
46. Alaçam T. Endodonti. In: endodonti. Ankara: Barış Yayınları; 2000.
47. KANDASWAMY, D., VENKATESHBABU N. Root canal irrigants. *J Conserv Dent.* 2010;13:256–64.

48. Schafer E BK. Antimicrobial efficacy of chloroxylenol and chlorhexidine in the treatment of infected root canals. *Am J Dent.* 2001;14:233–7.
49. Haapasalo HK, Siren EK, Waltimo TM, et al. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *Int Endod J.* 2000;33:126–31.
50. Fardal O TR. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *J Am Dent Assoc.* 1986;112:863–9.
51. Davies GE, Francis J, Martin AR et al. 1:6-Di-4'chlorophenyldiguanidohexane (hibitane); laboratory investigation of a new antibacterial agent of high potency. *Br J Pharmacol Chemother.* 1954;9:162–6.
52. Zamany A, Safavi K SL. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;96:578–81.
53. Rosenthal S, Spangberg L SK. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 2004;98:488–92.
54. Basrani BR, Manek S SR et al. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod.* 2007;33:966–9.
55. Basrani BR, Manek S MD. Determination of 4chloroaniline and its derivatives formed in the interaction of sodium hypochlorite and chlorhexidine by using gas chromatography. *J Endod.* 2010;36:312–4.
56. Rutala WA WD. Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. *Clin Microbiol Rev.* 1997;10:597–610.
57. Crane AB. A predictable root canal technique. Philadelphia: Lea & Febiger; 1920.
58. Kaufman AY GI. Comparative study of the configuration and cleanliness level of root canals prepared with the aid of sodium hypochlorite and bis-dequalinium-acetate solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1986;62:191–7.
59. Macedo RG, Wesselink PR, Zaccheo F, Fanali D VDSL. Reaction rate of NaOCl in contact with bovine dentine: effect of activation, exposure time, concentration and pH. *Int Endod J.* 2010;43:1108–15.

60. Clarkson RM MA. Sodium hypochlorite and its use as an endodontic irrigant. *Aust Dent J.* 1998;43:250–6.
61. Ozdemir HO, Buzoglu HD, Calt S, Stabholz A SD. Effect of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite irrigation on *Enterococcus faecalis* biofilm colonization in young and old human root canal dentin: in vitro study. *J Endod.* 2010;36:842–6.
62. Radcliffe CE, Potouridou L, Qureshi R. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2004;37:438–46.
63. Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME BV. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2001;36:424–8.
64. Hauman CH LR. Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. *Int Endod J.* 2003;36:75–85.
65. Sassone LM, Fidel R, Fidel S, Vieira M HR. The influence of organic load on the antimicrobial activity of different concentrations of NaOCl and chlorhexidine in vitro. *Int Endod J.* 2003;36:848–52.
66. Siqueira, J. F., Jr., Lima, K. C. M. Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *J Endod.* 1999;25:332–5.
67. Pişkin B TM. Stability of various sodium hypochlorite solutions. *J Endod.* 1995;21:253–5.
68. Haapasalo M, Endal U, Zandi H CJ. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodon Top.* 2005;10:77–102.
69. Türkün M CT. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root kanal cleanliness. *Int Endod J.* 1997;30:335–42.

70. Türkün M, Gökay N ÖN. Farklı endodontik yıkama solüsyonlarının toksik ve nekrotik doku çözücü etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. İÜ Dişhekimliği Fak Derg. 1998;32:87–94.
71. Weston CH, Ito S, Wadgaonkar B et al. Effects of time and concentration of sodium ascorbate on reversal of NaOCl-induced reduction in bond strengths. J Endod. 2007;33:879–81.
72. Nikaido T, Takano Y SY et al. Bond strengths to endodontically-treated teeth. Am J Dent. 1999;12:177–80.
73. Sim TP, Knowles JC NY et al. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. Int Endod J. 2001;34:120–32.
74. Çalışkan MK, Türkün M AS. Allergy to sodium hypochlorite during root canal therapy: a case report. Int Endod J. 1994;27:163–7.
75. Serper, A. ve Calt S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. J Endod. 2002;28:501–2.
76. Nygaard-Ostby B. Chelation in root canal therapy: ethylene diamine tetraacetic acid for cleansing and widening of root canals. Odontol Tidskr. 1957;65:3–11.
77. Hülsmann M, Heckendorff M SF. Comparative in-vitro evaluation of three chelator pastes. Int Endod J. 2002;35:668–79.
78. ÇALIŞKAN M K. Endodontik materyallerin biyouyumluluğu ve kök kanallarının irrigasyonu. 1. Baskı. İstanbul: Nobel Yayıncılık; 2006. 315–350 p.
79. Paterson S. In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1963;16:83–103.
80. Kotula R BJ. The effect of ethylenediaminetetraacetic acid on the oral microflora. Dtsch Stomatol. 1969;19:575–81.
81. Aktener, B. O., Cengiz, T. ve Pişkin 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.

82. Niu, W., Yoshioka, T., Kobayashi C et al. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J.* 2002;35:934–9.
83. Grawehr, M., Sener, B., Waltimo T et al. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J.* 2003;36:411–7.
84. Kuboki Y, Fujisawa R, Aoyama K et al. Calcium-specific precipitation of dentin phosphoprotein: a new method of purification and the significance for the mechanism of calcification. *J Dent Res.* 1979;59:1926–32.
85. Çalışkan MK. *Endodontide Tanı ve Tedaviler.* 2nd ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.; 2006.
86. Sano H, Ciucchi B MW et al. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. *J Dent Res.* 1994;73:1205–11.
87. Garberoglio R BC. Smear layer removal by root canal irrigants: a comparative scanning electron microscopic study. *Oral Surg .* 1994;78:359–67.
88. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A ZM. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod.* 1996;22:23–5.
89. Doğan, H. ve Çalt S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *J Endod.* 2001;27:578–80.
90. Sousa, S. M. ve Silva TL. Demineralization effect of EDTA, EGTA, CDTA and citric acid on root dentin: a comparative study. *Braz Oral Res.* 2005;19:188–92.
91. Dunn Christopher J. FA and SEM. Etidronic Acid: A Review of its Pharmacological Properties and Therapeutic Efficacy in Resorptive Bone Disease. *Drugs Aging.* 1994;5:446–74.
92. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B et al. Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod.* 2005;31:817–20.
93. Mattia A, Merker R, Choudhuri S et al. Peroxyacid antimicrobial solutions containing 1-hydroxyethylidene-1,1-diphosphonic acid (HEDP). In: World Health Organisation WHO. 2006.

94. De-Deus G, Zehnder M RC et al. Longitudinal co-site optical microscopy study on the chelating ability of etidronate and EDTA using a comparative single-tooth model. *J Endod.* 34:71–5.
95. Biel, P.; Mohn, D.; Attin, T.; et al. Interactions between the tetrasodium salts of EDTA and 1-hydroxyethane 1, 1-diphosphonic acid with sodium hypochlorite irrigants. *J Endod.* 2017;43:657–61.
96. Aubut V, Pommel L VB et al. Biological properties of a neutralized 2.5% sodium hypochlorite solution. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2010;109:20–5.
97. Basrani, B. and Malkhassian G. Endodontic Irrigation: Chemical disinfection of the root canal system,. In Switzerland: Springer International Publishing; 2015. p. 99–112.
98. Neelakantan P, Varughese AA, Sharma S et al. Continuous chelation irrigation improves the adhesion of epoxy resin-based root canal sealer to root dentine. *Int Endod J.* 2012;45:1097–102.
99. Girard S, Paque F, Badertscher M et al. Assessment of a gel-type chelating preparation containing 1-hydroxyethylidene-1, 1-bisphosphonate. *Int Endod J.* 2005;38:810–6.
100. Tartari T, Duarte Junior AP, Silva Junior JO. Etidronate from medicine to endodontics: effects of different irrigation regimes on root dentin roughness. *J Appl Oral Sci.* 2013;21:409–15.
101. G.De-Deus, F.Namen, J.GalanJr. AZ. Softchelate in irrigation protocol optimizes bonding quality of resilon/ epiphany root fillings. *J Endod.* 2008;34:703–5.
102. Baseggio W, Consolmagno eC, Carvalho FL, Ueda JK, Schmitt VL, Formighieri LA et al. effect of deproteinization and tubular occlusion on microtensile bond strength and marginal microleakage of resin composite restorations. *J Appl Oral Sci.* 2009;17:462–6.
103. Akçay I. SB. The effect of surfactant addition EDTA on microhardness of root dentine. *J Endod.* 2012;38:704–7.

104. Rasimick, B.J., Nekich, M., Hladek et al. Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. *J Endod.* 2008;34:1521–3.
105. Elakanti S, Cherukuri G, Rao VG, et al. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of QMix™ 2 in 1, sodium hypochlorite, and chlorhexidine against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*. *J Conserv Dent.* 2015;18:128–31.
106. Eliot C, Hatton JF, Stewart GP et al. The effect of the irrigant QMix on removal of canal wall smear layer: an ex vivo study. *Odontology.* 2014;102:232–40.
107. Jayasheel A, Niranjana N PH et al. Comparative Evaluation of shear Bond Strength of universal Dental Adhesives-An in vitro study. *J Clin Exp Dent.* 2017;9:897.
108. Roberson T, Heymann H SJE. *Sturdevant's art and science of operative dentistry.* St. Louis; Mosby Publishing.; 2002.
109. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper dent.* 2003;28:215–35.
110. Marshall SJ, Bayne SC, Baier R, et al. A review of adhesion science. *Dent Mater.* 2010;26:11–6.
111. Baier RE. Principles of adhesion. *Oper dent.* 1992;5:1–9.
112. B. D. Kompozit Rezin Restorasyonlar. Ankara: Güneş Kitapevi Ltd Şti; 2000.
113. Summitt JB, Robbins JW HT et al. *Fundamentals of Operative Dentistry, A Contemporary Approach.* 3rd ed. London: Quintessence Publishing Co. Ltd.; 2006.
114. RL. E. Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper dent.* 1992;5:81–94.
115. Cueto EI BM. Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. *J Am Dent Assoc.* 1967;75:121–8.
116. Buonocore MG, Matsui A GA. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. *Arch Oral Biol.* 1968;13:61–70.
117. Gökalp S KA. Dentin adezivler 2000. *Hacettepe Dişhek Fak Derg.* 2001;25:44–51.

118. J. P. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am.* 2007;51:333–57.
119. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials.* 2007;28:3757–85.
120. Nordenvall KJ, Branström M MO. Etching of deciduous teeth and young and old permanent teeth. A comparison between 15 and 60 seconds of etching. *Am J Orthod.* 1980;78:99–108.
121. Barlcmeier WW, Gwinnett JA, Retief H. International Symposium on Adhesives in Dentistry,. In: *Operative Dentistry Supplement 5.* 1992.
122. Lyon D DA. Orientation of the crystallites in human dental enamel,. *Br Dent J.* 1957;102:483.
123. Garg N GA. *Textbook of Operative Dentistry.* NewDelhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.; 2010.
124. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34:849–53.
125. Gerzina TM, Hume WR. Diffusion of monomers from bonding resin-resin composite combinations through dentine in vitro. *J Dent.* 1996;24:125–8.
126. Linde A. The extracellular matrix of the dental pulp and dentin. *J Dent Res.* 1985;64:523–9.
127. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: Methods and results. *J Dent Res.* 2005;84:118–32.
128. Swift EJ J. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatr Dent.* 2002;24:456–61.
129. Perdigao J SE, In: T. M. Roberson HOH et al. *Mine ve dentin adezyonununun temel kavramları.* 2011.
130. Garberoglio R BM. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol.* 1976;21:355–62.

131. Breschi L, Perdigao J, Lopes MM et al. Morphological study of resin-dentin bonding with TEM and in-lens FESEM. *Am J Dent.* 2003;16:267–74.
132. Zhang ZY, Tian FC, Niu LN et al. Defying ageing: An expectation for dentine bonding with universal adhesives? *J Dent.* 2016;45:43–52.
133. Montes MAJR, De Goes MF SM. The in vitro morphological effects of some current pre-treatments on dentin surface: A SEM evaluation. *Oper dent.* 2005;30:201–12.
134. Macari S, Gonçalves M, Nonaka T et al. Scanning electron microscopy evaluation of the interface of three adhesive systems. *Braz Dent J.* 2002;13:33–8.
135. Tay FR PD. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater.* 2001;17:296–308.
136. Salz U BT. Testing adhesion of direct restoratives to dental hard tissue - a review. *J Adhes Dent.* 2010;12:343–71.
137. Pereira PNR, Okuda M, Sano H, et al. Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. *Dent Mater.* 1999;15:46–53.
138. Singh K., Naik R., Hegde S. and DA. Shear bond strength of superficial, intermediate and deep dentin in vitro with recent generation self-etching primers and single nano composite resin. *J Int Oral Heal.* 2015;7:28–32.
139. Moll K, Park HJ HB. Bond strength of adhesive/composite combinations to dentin involving total and self-etch adhesives. *J Adhes Dent.* 2002;4:171–80.
140. Van Meerbeek B, Van Landuyt K DMJ et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater.* 2005;24:1–13.
141. RB. E. Günümüzdeki Adezivlerde Teknik Hassasiyet: II. Kendinden Asitli Adezivler. *Dişhekimi Bilim.* 2008;29:12–6.
142. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K et al. Three-year clinical effectiveness of a two-step adhesive in cervical lesions. *Eur J Oral Sci.* 2005;113:512–8.
143. Tay FR PD. Have dentin adhesives become to hydrophilic? *J Can Dent Assoc.* 2003;69:726–31.

144. Chan KM, Tay FR, King NM et al. Bonding of mild selfetching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. *Am J Dent*. 2003;16:340–6.
145. De Munck J, Vargas M, Iracki J et al. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper dent*. 2005;30:39–49.
146. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y et al. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*. 2011;27:17–28.
147. de Goes MF, Shinohara MS FM. Performance of a new one-step multi-mode adhesive on etched vs non-etched enamel on bond strength and interfacial morphology. *J Adhes Dent*. 2014;16:243–50.
148. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, et al. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*. 2014;42:800–7.
149. Muñoz MA, Luque I, Hass V et al. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent*. 2013;41:404–11.
150. Chen C, Niu LN, Xie H, et al. Bonding of universal adhesives to dentine – Old wine in new bottles? *J Dent*. 2015;43:525–36.
151. Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, et a. Influence of different etching modes on bond strength and fatigue strength to dentin using universal adhesive systems. *Dent Mater*. 2016;32:e9–21.
152. Loguercio AD, Muñoz MA, Luque-Martinez I, et al. Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? *J Dent*. 2015;43:1060–70.
153. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y et al. Adhesion to and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. *J Dent Res*. 2001;80:1565–9.
154. Yoshihara K, Yoshida Y, Nagaoka N et al. Adhesive interfacial interaction affected by different carbon-chain monomers. *Dent Mater*. 2013;29:888–97.
155. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K et al. Thirteen-year randomized controlled clinical trial of a two-step self-etch adhesive in non-cariou cervical lesions. *Dent Mater*. 2015;31:308–14.

156. Zhang Z, Wang X, Zhang L et al. The contribution of chemical bonding to the short- and long-term enamel bond strengths. *Dent Mater.* 2013;29:103–12.
157. Yap AU, Chung SM, Chow WS, Tsai KT LC. Fracture resistance of compomer and composite restoratives. *Oper dent.* 2004;29:29–34.
158. Mannocci F, Cavalli G GM. *Adhesive Restorations of Endodontically Treated Teeth.* London: Quintessence Publishing Co. Ltd.; 2008.
159. Ricketts D BD. *Advanced Operative Dentistry.* Livingstone: Elsevier.; 2011.
160. Mannocci F CJ. Restoration of endodontically treated teeth. *Br Dent J.* 2014;216:341–6.
161. Hood J. Biomechanics of the intact, prepared and restored tooth: Some clinical implications. *Int Dent J.* 1991;41:25–32.
162. Soares, P.V. et al. Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part II: strain measurement and stress distribution. *J Prosthet Dent.* 2008;99:114–22.
163. Kijssamanmith K, Timpawat S, Harnirattisai C MH. Microtensile bond strengths of bonding agents to pulpal floor dentine. *Int Endod J.* 2002;35:833–9.
164. Ergücü Z TL. Clinical performance of novel resin composites in posterior teeth: 18-month results. *J Adhes Dent.* 2007;9:209–16.
165. Alfredo Filho M, Vieira LCC, Araujo E BL. Ceramic inlays and onlays: clinical procedures for predictable results. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15:338–52.
166. Alaçam T. *Endodontik tedavi sonrası onarım.* Ankara: Özyurt Matbaacılı; 2012. 1048–1059 p.
167. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater.* 2011;27:1–16.
168. Eliyas S, Jalili J MN. Restoration of the root canal treated tooth. *Br Dent J.* 2015;218:53–62.
169. Rivera, E. and M. Yamauchi. Site comparisons of dentine collagen cross-links from extracted human teeth. *Arch Oral Biol.* 1993;38:541–6.

170. Robbins JW. Guidelines for the restoration of endodontically treated teeth. *J Am Dent Assoc.* 1990;120:558–60.
171. Sherfudhin, H. et al. Effect of different ferrule designs on the fracture resistance and failure pattern of endodontically treated teeth restored with fiber posts and all-ceramic crowns. *J Appl Oral Sci.* 2011;19:28–33.
172. Akkayan B and MC. Farklı post tiplerinin kök kırıklarına etkileri ve post seçim kriterleri. *Hacettepe Dişhek Fak Derg.* 1997;21:75–84.
173. Woronko, G.A., Jr., H.A. St Germain, Jr. and JCM. Effect of dentin primer on the shear bond strength between composite resin and enamel. *Oper dent.* 1996;21:116–21.
174. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A DMJ. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater.* 2010;26:100–21.
175. B Ö. Farklı Adeziv Sistemlerin Bağlanma Dayanımlarının, Mikrosızıntılarının ve Rezin-Dentin Bağlanma Arayüzlerinin Pulpa Odası Duvarında Değerlendirilmesi. Selçuk üniversitesi Sağlık Bilim Enstitüsü. 2002;(Konya.).
176. Tosun G, Ş.Y. ŞA. Kompozit rezinin mineye bağlanma dayanımı üzerine farklı saklama solüsyonlarının etkisi. *Hacettepe Dişhek Fak Derg.* 2005;29:2–6.
177. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M CR. Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dent Mater.* 1995;11:117–25.
178. Giannini M, Carvalho RM, Martins LR, Dias CT PD. The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. *J Adhes Dent.* 2001;3315–324.
179. A W. Professional product review online bonding agents: laboratory testing methods. 2007;(ADA).
180. Siqueira JF, Jr. RI. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* 2008;34:1291–301.
181. Pashley EL, Birdsong NL, Bowman K PD. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod.* 1985;11:525–8.

182. Çalt S SA. Smear layer removal by EDTA. *J Endod.* 2000;26:459–61.
183. . Soares JA, Roque de Carvalho MA, Cunha Santos SM E, Al. Effectiveness of chemomechanical preparation with alternating use of sodium hypochlorite and EDTA in eliminating intracanal *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod.* 2010;36:894–8.
184. Serper, A., Çalt, S., Doğan AL vd. Comparison of the cytotoxic effects and smear layer removing capacity of oxidative potential water, NaOCl and EDTA. *J Oral Sci.* 2001;43:233–8.
185. Valera MC, Chung A, Menezes MM et al. Scanning electron microscope evaluation of chlorhexidine gel and liquid associated with sodium hypochlorite cleaning on the root canal walls. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;110:82–7.
186. Wang Z, Shen Y HM. Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. *J Endod.* 2012;38:1376–9.
187. Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L MM. Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *J Endod.* 2006;32:1091–3.
188. Abou-Rass M PFJ. The effects of decreasing surface tension on the flow of irrigating solutions in narrow root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982;53:524–6.
189. Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H H. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod.* 2010;36:1558–62.
190. Ferretti GA, Brown AT, Raybould TP LT. Oral antimicrobial agents - chlorhexidine. *NCI Monogr.* 1990;9:51–5.
191. George S, Hamblin MR KA. Uptake pathways of anionic and cationic photosensitizers into bacteria. *Photochem Photobiol Sci.* 2009;8:788–95.

192. Reis A, Loguercio AD, Azevedo CL, de Carvalho RM, da Julio Singer M GR. Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. *J Adhes Dent.* 2003;5:183–92.
193. Sattabanasuk V, Shimida Y TJ. The bond of resin to different dentin surface characteristics. *Oper dent.* 2004;29:333–41.
194. Timpawat S, Nipattamanon C, Kijssamanmith K et al. Effect of bleaching agents on bonding to pulp chamber dentine. *Int Endod J.* 2005;38:211–7.
195. Lai SC, Mak YF, Cheung GS, Osorio R, Toledano M C, RM et al. Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin. *J Dent Res.* 2001;80:1919–192.
196. Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S PD. Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod.* 2001;27:753–7.
197. Hawkins CL DM. Hypochlorite-induced oxidation of proteins in plasma: formation of chloramines and nitrogen-centered radicals and their role in protein fragmentation. *Biochem J.* 1999;340:539–48.
198. Ari H EA. Effect of endodontic irrigant solutions on mineral content of root canal dentin using ICP-AES technique. *J Endod.* 2005;31:187–9.
199. Perdigão J, Eiriksson S, Rosa BT, Lopes M GG. Effect of calcium removal on dentin bond strengths. *Quintessence Int.* 2001;32:142–6.
200. Garcia-Godoy F, Loushine RJ, Itthagarun A, Weller RN, Murray PE, Feilzer AJ et al. Application of biologically-oriented dentin bonding principles to the use of endodontic irrigants. *Am J Dent.* 2005;18:281–90.
201. Ballal NV, Mala K BK. 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.
202. Santos JN, Carrilho MR, De Goes MF, Zaia AA, Gomes BP, Souza-Filho FJ FC. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. *J Endod.* 2006;32:1088–109.
203. Dikmen B TB. The effect of endodontic irrigants on the microtensile bond strength of different dentin adhesives. *Niger J Clin Pr.* 2018;21:280–6.

204. Wattanawongpitak N, Nakajima M, Ikeda M, Foxton RM TJ. Microtensile bond strength of etch-and-rinse and self-etching adhesives to intrapulpal dentin after endodontic irrigation and setting of root canal sealer. *J Adhes Dent.* 2009;11:57–64.
205. Tartari T, de Almeida Rodrigues Silva E Souza P VN de, Almeida B, Carrera Silva Júnior JO, Faciôla Pessoa O SES, MH. J. A new weak chelator in endodontics: effects of different irrigation regimens with etidronate on root dentin microhardness. *Int J Dent.* 2013;2013:743018.
206. BM Lima Nogueira, da Costa Pereira TA, Pedrinha VF de A, P. R. Effects of Different Irrigation Solutions and Protocols on Mineral Content and Ultrastructure of Root Canal Dentine. *Iran Endod J.* 2018;13:209–15.
207. Silva P V., Guedes DFC, Nakadi F V. PJ, AM. C-F. Chitosan: A new solution for removal of smear layer after root canal instrumentation. *Int Endod J.* 2013;46:332–8.
208. Yonar ME, Yonar SM, Çoban MZ EM. Antioxidant effect of propolis against exposure to chromium in *Cyprinus carpio*. *Env Toxicol.* 2014;29:155–64.
209. Kaki G D, Recen D, Başer M İ GP. Dual Rinse® HEDP Kök Kanalı Yıkama Solüsyonunun Koronal Dentin Adezyonuna Etkisi. *Med J SDU.* 2018;25:412–9.
210. Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Vitorino KR, Chavez-Andrade GM DM, Bonetti-Filho I et al. Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer. *Microsc Res Tech.* 2013;76:533–7.
211. Ballal NV, Tweeny A, Khechen K, Prabhu KN, Satyanarayan TF. Wettability of root canal sealers on intraradicular dentine treated with different irrigating solutions. *J Dent.* 2013;41:556–60.
212. Chaudhary A, Kumar M TS. Evaluation of the effect of calcium hydroxide and endodontic irrigants on the push-out bond strength of fiber post - an in vitro study. *Clujul Med.* 2018;91:458–61.
213. Taşman F, Cehreli ZC, Oğan C EI. Surface tension of root canal irrigants. *J Endod.* 2000;26:586–7.

214. de Assis DF, Prado M SR. Evaluation of the interaction between endodontic sealers and dentin treated with different irrigant solutions. *J Endod.* 2011;37:1050–2.
215. Pashaev D, Demirci M, Tekçe N, Tuncer S BC. The effect of double-coating and times on the immediate and 6-month dentin bonding of universal adhesives. *Biomed Mater Eng.* 2017;28:169–85.
216. Karaman E, Tuncer D, Yazıcı AR, Karahan S EA. Farklı adeziv sistemlerin dentine makaslama bağlanma dayanımı: in vitro çalışma. *Acta Odontol Turc.* 2015;32:112–5.
217. Navarra CO, Cadenaro M, Codan B, Mazzoni A, Sergo V EDD et, Al. Degree of conversion and interfacial nanoleakage expression of three one-step self-etch adhesives. *Euro J Sci.* 2009;117:463–9.
218. Demirbuga, S. et al. Effect of different gutta-percha solvents on the microtensile bond strength of various adhesive systems to pulp chamber dentin. *Clin Oral Investig.* 2017;21:627–33.
219. Amaral, F.L. et al. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor Dent.* 2007;19:340–53.
220. Perinka L, Sano H HH. Dentine thickness, hardness, and ca-concentration vs bond strength and dentine adhesives. *Dent Mater.* 1992;8:229–33.
221. Van Meerbeek B, Kanumilli PV, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P PM. A randomized, controlled trial evaluating the three-year clinical effectiveness of two etch & rinse adhesives in cervical lesions. *Oper dent.* 29:376–85.
222. Scherrer, S.S., P.F. Cesar and MVS. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater.* 2010;26:78–93.
223. Armstrong, S.R., D.B. Boyer and JCK. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. *Dent Mater.* 1998;14:44–50.
224. Luhrs, A.K. et al. Curing mode affects bond strength of adhesively luted composite CAD/CAM restorations to dentin. *Dent Mater.* 2014;30:281–91.

225. Atsu, S.S., et al. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. *J Prosthet Dent.* 2006;95:430–6.
226. Macedo de Lima, J.F., et al. Effect of adhesive mode and chlorhexidine on microtensile strength of universal bonding agent to sound and caries-affected dentins. *Eur J Dent.* 2018;12:553–8.



EKLER

EK 1: ETİK KURUL KARARI

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU (KAYSERİ)			
ARAŞTIRMANNI AÇIK ADI	Pulpa odası detine bağlanma: Qmix ve asidin etkisinin incelenmesi		
VARSA ARAŞTIRMANNI PROTOKOL KODU			
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	ERCIYES ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
	AÇIK ADRES	Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Melikgazi/KAYSERİ	
	TELEFON	0 352 437 48 10 - 11	
	FAKS	0 352 437 52 85	
	E-POSTA	etik@erciyes.edu.tr	
BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATOR / SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI / ADI / SOYADI	[Doç. Dr. Soley Arslan	
	KOORDİNATOR SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	[Restoratif Diş Tedavisi	
	KOORDİNATOR / SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	[Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Kayseri	
	VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ ADI/ SOYADI		
	DESTEKLEYİCİ		
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TUBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)		
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ		
	ARAŞTIRMANNI FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>
FAZ 4		<input type="checkbox"/>	
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>	
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input type="checkbox"/>	
In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>	
İlaç dışı klinik araştırma		<input checked="" type="checkbox"/>	
Diğer ise belirtiniz	[Uzmanlık Tazisi		
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEKMERKEZ <input checked="" type="checkbox"/> ÇOKMERKEZ <input type="checkbox"/> ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/> ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>		

Etik Kurul Başkanının
Ünvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Sami AYDOĞAN
İmza:



Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır



KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU						
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Pulpa odası define bağlanma: Qmix ve asidin etkisinin incelenmesi				
VARSA ARAŞTIRMANN PROTOKOL KODU						
DEĞERLEN DİRİLEN BELGELER	BELGE ADI	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	BELGE ADI	Açıklama				
	SİGORTA					
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ					
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU					
	ILAN					
	YILLIK BİLDİRİM					
	SONUÇ RAPORU					
	GÜVENLİK BİLDİRLERİ					
DİĞER						
KARAR BİLGİLERİ	Karar No : 2018/66	Tarih : 09.02.2018				
	Yukarıda belirtilen veriler kapsamındaki ilgili belgeler araştırma/çalışmanın gereğiyle, amacı, yaklaşımları ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırma/çalışmanın kapsamında belirtilen merkezlere gönderilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına ilişkin karar etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.					

KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU

ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI								
ETİK KURUL BAŞKANI UNVANI/ADI/SOYADI		Prof. Dr. Sami Aydoğan						
Unvanı / Adı Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyeti		Araştırma ile İlişki		Katılım (*)	İmza
Prof. Dr. Sami AYDOĞAN	Fizyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E	X	E	H	X	
Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK	Halk Sağlığı	E.Ü. Tıp Fak.	E	X	E	H	X	
Prof. Dr. Kemal DENİZ	Patoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E	X	E	H	X	
Prof. Dr. Aydın ÖNAL	İç Hastalıkları	E.Ü. Tıp Fak.	E	X	E	H	X	
Doç. Dr. Güven KAHRMAN	Radyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E	X	E	H	X	
Doç. Dr. Kemal ÖZYURT	Dermatoloji	Kayseri Eğitim Hast.	E	X	E	H	X	
Doç. Dr. Emin Murat ÇANGER	Ağrı, Diş ve Genel Tıp	E.Ü. Dış Hek. Fak.	E	X	E	H	X	
Doç. Dr. Cihangir BİÇER	Anest. ve Rean.	E.Ü. Tıp Fak.	E	X	E	H	X	
Doç. Dr. Fatih KARDAŞ	Çocuk Sağ. ve Hast.	E.Ü. Tıp Fak.	E	X	E	H	X	
Doç. Dr. Serpil TAHERİ	Tıbbi Biyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E	X	E	H	X	
Doç. Dr. Zafer SEZER	Farmakoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E	X	E	H	X	
Yardı. Doç. Dr. Gökmen ZARARSIZ	Biyostatistik	E.Ü. Tıp Fak.	E	X	E	H	X	
Av. Serhat ÜSTÜNEL	Avukat	Hukuk Müşaviri	E	X	E	H	X	
Ecz. Şükran TERZİ	Eczacı	Serbest Eczacı	E	X	E	H	X	
Sevrap Koçer	Sivil Dış	Serbest	E	X	E	H	X	

* Toplamda Bulunan

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Sami AYDOĞAN
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Tuğba PAZARBAŞI

Doğum Tarihi: 04.01.1989

Yabancı Dil: İngilizce

Yazışma Adresi: Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Kayseri

Telefon: 0537 218 23 60

E-mail: tugbapazarbasii@gmail.com

Ünvanı: Araştırma görevlisi

Derece	Bölüm/Program	Kurum	Yıl
Temel Eğitim	İlkokul	Mehmet Akif Ersoy İlköğretim Okulu	1996-2003
Orta Öğretim	Lise	Tevfik Serdar Anadolu Lisesi	2003-2007
Lisans/Y.Lisans	Diş Hekimliği Fakültesi	Marmara Üniversitesi	2007-2013
Uzmanlık	Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı	Erciyes Üniversitesi	2014-2019

YABANCI DİL

İngilizce