



**T. C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR SELF CURE UNİVERSAL ADEZİVİN FARKLI HASSASİYET
GİDERİCİ MACUNLARLA BİRLİKTE KULLANIMININ DENTİN
YÜZEYİNDEKİ BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİ**

Arş. Gör. Tuğba Nur TUNÇER

**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**Temmuz 2020
BOLU**



**T. C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR SELF CURE UNİVERSAL ADEZİVİN FARKLI HASSASİYET
GİDERİCİ MACUNLARLA BİRLİKTE KULLANIMININ DENTİN
YÜZEYİNDEKİ BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİ**

Arş. Gör. Tuğba Nur TUNÇER

**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Begüm Büşra CEVVAL ÖZKOÇAK**

**Temmuz 2020
BOLU**

ÖZET

BİR SELF CURE UNİVERSAL ADEZİVİN FARKLI HASSASİYET GİDERİCİ MACUNLARLA BİRLİKTE KULLANIMININ DENTİN YÜZEYİNDEKİ BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİ

Bu çalışmanın amacı, yeni geliştirilen self cure universal bir adeziv olan Tokuyama universal adezivin, farklı hassasiyet giderici diş macunlarıyla kullanımının, dentin makaslama bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirilmesidir.

Çalışmamızda 50 adet daimi 3.molar diş kullanıldı. Tüm dişlerin kökleri uzaklaştırıldıktan sonra mine yüzeyleri kaldırılıp bukkal ve lingual dentin yüzeyleri açığa çıkarıldı. Tüm dişler sırasıyla 600, 800, 1000 gritlik silikon karbid zımparalar ile zımparalandı ve rastgele 5 gruba ayrıldı. Grup 1: Sensodyne Bakım ve Onarım, Grup 2: İpana Pro-Expert (Sensitive protection), Grup 3: Colgate Sensitive Pro-relief, Grup 4: Prevdent diş macunu, Grup 5: Kontrol. Fırçalama işlemi 14 gün boyunca günde 2 kez 15 sn boyunca elektrikli diş fırçası (Oral B Professional Care Triumph) ile gerçekleştirildi. Kontrol grubuna macun uygulanmadı. Kullanılan diş macunlarının dentin tübülü tıkama açısından değerlendirmesi için Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) kullanıldı. Hassasiyet giderici macun uygulamasının ardından her grup; Clearfil SE-Bond (CSB) ve Tokuyama universal bond (TUB) uygulanmak üzere 2 alt gruba ayrıldı. Adeziv uygulandıktan sonra tüm örnek yüzeylerine mikrohibrit universal bir kompozit rezin olan Filtek Z 250 (B3, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) uygulama talimatlarına göre uygulandı. Daha sonra tüm örnekler termal siklüs cihazı ile toplam 5.000 döngü olacak şekilde yaşlandırıldı. Makaslama bağlanma dayanımı testi universal test cihazıyla gerçekleştirildi. Elde edilen verilerin analizi iki yönlü ANOVA ve post hoc Tukey testi ile yapıldı ($p \leq 0,05$).

Çalışmamızdan elde edilen veriler değerlendirildiğinde, tüm gruplar arasında en yüksek ortalama bağlanma dayanımı değeri Grup 5'in CSB alt grubunda gözlenirken; en düşük ortalama bağlanma dayanımı değeri ise Grup 4'ün TUB alt grubunda gözlendi. Tüm CSB alt grupları, TUB alt gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bağlanma dayanımı değerleri gösterdi. 4.grup kullanılan adeziv sistemden bağımsız olarak kontrol gruplarına göre daha düşük bağlanma dayanımı değerleri

gösterdi. Çalışmamızda kullandığımız self cure universal adeziv rezin, self etch sistemler içinde altın standart olarak kabul edilen Clearfil SE-bond kadar yüksek bağlanma dayanımı performansı gösterememiştir. Yeni geliştirilen self cure universal adezivlerin bağlanma dayanımları ile ilgili in vivo ve in vitro çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Dentin hassasiyeti, hassasiyet giderici diş macunu, makaslama bağlanma dayanımı, self cured universal adeziv.



ABSTRACT

THE EFFECT OF USING A SELF CURE UNIVERSAL ADHESIVE WITH DIFFERENT DESENSITIZING TOOTHPASTES ON THE BOND STRENGTH DENTINE SURFACE

The aim of this study was to evaluate the effect of the use of Tokuyama universal adhesive, which a newly developed self-cure universal adhesive, with different desensitizing toothpastes on dentin shear bond strength.

50 permanent third molar teeth were used in our study. After removing the roots of all teeth, enamel surfaces were removed, and buccal and lingual dentin surfaces were exposed. All teeth were sanded with 600, 800, 1000 grit silicon carbide papers respectively, and randomly divided into 5 groups. Group 1: Sensodyne Repair and Protect, Group 2: Ipana Pro-Expert (Sensitive protection), Group 3: Colgate Sensitive Pro-relief, Group 4: Prevdent toothpaste, Group 5: Control. Brushing was performed with an electric toothbrush (Oral B Professional Care Triumph) 2 times a day for 15 days for 15 seconds. No toothpaste was applied to the control group. Scanning Electron Microscope (SEM) was used to evaluate the toothpastes used for dentinal tubule occlusion. After desensitizing toothpaste application each group was divided into 2 subgroups; Clearfil SE-Bond (CSB) and Tokuyama universal bond (TUB). After the adhesive was applied, Filtek Z 250 (B3, 3M ESPE, St Paul, MN, USA), a microhybrid universal composite resin, was applied to all sample surfaces according to the application instructions. Then all samples were aged with a total of 5,000 cycles with the thermal cycle device. The shear bond strength test was performed with the universal test machine. The data were analyzed two-way ANOVA and post hoc Tukey test ($p \leq 0,05$).

When the data obtained in our study were evaluated, the highest mean bond strength value among all groups was observed in the CSB subgroup of Group 5; the lowest mean bond strength value was observed in the TUB subgroup of Group 4. All CSB subgroups showed statistically higher bond strength values than TUB subgroups. Group 4 showed lower bond strength values compared to the control groups regardless of the adhesive system used. The self-cure universal adhesive resin, used in our study, did not exhibit a

high bond strength performance as Clearfil SE-bond, which is considered the gold standard in self-etch systems. *In vivo* and *in vitro* studies are needed for the bond strength of newly developed self-cure universal adhesives.

Key words: dentin hypersensitivity, desensitizing toothpaste, shear bond strength, self cured universal adhesive.



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmalarım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen çok değerli tez danışmanım ve hocam Dr. Öğr. Üyesi Begüm Büşra CEVVAL ÖZKOÇAK' a,

Asistanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, tez çalışmamda büyük emeği olan, her konuda benden desteğini esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Fatma AYTAÇ BAL' a,

Tez çalışmalarım boyunca katkılarından dolayı değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Merve AĞACCIOĞLU' na,

Laboratuvar çalışmalarındaki yardım ve katkılarından dolayı Mustafa YEŞİL'e,

Uzmanlık süresi boyunca beraber vakit geçirdiğim ve her zaman desteklerini içtenlikle hissettiğim her koşulda yanımda olup bana güç veren dostlarım Dt. Gülensu TÜRKYILMAZ, Dt. Merve ÖZTÜRK, Dt. Elif SOSLU BULUT, Dt. Ayşegül ATILLA ve diğer asistan arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca her anımda desteklerini yürekten hissettiğim, her kararımdaya arkamda duran, bugünlere gelebilmem için sevgi ve emekle her türlü fedakarlığı gösteren çok kıymetli aileme,

Varlığıyla hayatıma anlam katan, çoğu zaman beni benden daha iyi anlayan, bu süreçte sabrını, sevgisini ve desteğini asla esirgemeyen, teşekkürlerimi kelimelerle ifade edemeyeceğim sevgili hayat arkadaşım Eren TUNÇER' e sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar	x
ŞEKİLLER	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Dentinin Yapısı	2
2.2. Dentin Geçirgenliği	2
2.3. Dentin Hassasiyeti.....	3
2.3.1. Dentin Hassasiyetinin Prevalansı ve Etiyolojisi	4
2.3.2. Dentin Hassasiyetinin Fizyolojisi	5
2.3.2.1. Odontoblast Reseptör Teorisi.....	6
2.3.2.2. Doğrudan Sinir Sonlanması Teorisi	6
2.3.2.3. Hidrodinamik Teori.....	6
2.3.3. Dentin Hassasiyetinin Klinik Teşhisi ve Ayırıcı Tanısı	7
2.4. Dentin Hassasiyetinin Tedavisi	9
2.4.1. Etiyolojik Risk Faktörlerinin Ortadan Kaldırılması	9
2.4.2. Dentin Hassasiyetinde Kullanılan Ajanlar ve Tedavi Yöntemleri.....	10
2.4.2.1. Sinir İletimini Engelleyen Ajanlar	11
2.4.2.2. Antiinflamatuvar Ajanlar	12
2.4.2.3. Tübül Tıkayıcı veya Örtücü Ajanlar	12
2.4.2.4. Lazerler	16
2.4.2.5. Periodontal Tedavi	17
2.4.2.6. Homeopatik Medikasyon	17
2.4.2.7. Dentin Hassasiyeti Tedavisinde Güncel Gelişmeler	18
2.5. Dentine Adezyon.....	22
2.5.1. Dentin Yapısının Dentine Adezyondaki Etkisi.....	23
2.5.2. Adeziv Sistemlerin Dentine Adezyondaki Etkisi	24

2.6. Dentine Bağlanmanın İn vitro Koşullarda Değerlendirilmesi.....	27
3. GEREÇ VE YÖNTEM	28
3.1. Örneklerin Hazırlanması	28
3.2. Hassasiyet Giderici Macun Uygulanması	29
3.3. Adeziv Sistemlerin Uygulanması.....	32
3.4. Makaslama Bağlanma Dayanım Testinin Uygulanması	35
3.5. Başarısızlık Tiplerinin İncelenmesi.....	36
3.6. Kullanılan Diş Macunlarının Dentin Tübülü Tıkama Etkinliği Açısından SEM ile İncelenmesi.....	37
3.7. Bağlanma Dayanımı Testi Sonuçlarının İstatistiksel Analizi	39
4. BULGULAR	40
4.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi Bulguları	40
4.2. Başarısızlık Tiplerinin Değerlendirilmesi	43
4.3. SEM Analizi Bulguları.....	45
5. TARTIŞMA	47
5.1. Çalışmanın Planlanması	47
5.2. Dentin Tübülü Tıkama Açısından SEM Analizi Bulgularının Yorumlanması 51	
5.3. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi Sonuçlarının Yorumlanması	53
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	61
7. KAYNAKLAR.....	62
8. EKLER.....	76
9. ÖZGEÇMİŞ.....	77

TABLolar

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan macunlara göre oluşturulan gruplar	29
Tablo 3.2: Çalışmada kullanılan yapay tükürük bileşimi	30
Tablo 3.3: Çalışmada kullanılan diş macunu içerikleri ve üretici firma isimleri.....	31
Tablo 3.4: Çalışmada kullanılan adeziv sistemlerin içerikleri ve uygulama talimatları	33
Tablo 3.5: Çalışmada kullanılan kompozit rezin içeriği ve uygulama talimatı	35
Tablo 4.1: Diş macunu ve adeziv sisteme göre ortalama makaslama bağlanma dayanımı ve standart sapma değerleri	40
Tablo 4.2: İki yönlü ANOVA testi sonucu etkileşim tablosu	42
Tablo 4.3: Adeziv sisteme göre oluşturulan alt grupların ikili karşılaştırmalara göre anlamlılık düzeyleri.....	42
Tablo 4.4: Grupların kopma tiplerine göre analizi.....	43

ŞEKİLLER

Şekil 3.1: Çalışmada kullanılan kesim cihazı	28
Şekil 3.2: Soğuk akriliğe gömülmüş örnek diş	28
Şekil 3.3: Çalışmada kullanılan diş macunları	30
Şekil 3.4: Çalışmada kullanılan şarjlı diş fırçası ve örneğin fırçalanması	30
Şekil 3.5: Örneklerin alt gruplara ayrılması	32
Şekil 3.6: Çalışmada kullanılan Clearfil SE-Bond adeziv sistemi ve uygulanması... 33	
Şekil 3.7: Çalışmada kullanılan Tokuyama universal bond adeziv sistemi ve uygulanması	33
Şekil 3.8: Kompozit rezin bağlanmış diş örneği	34
Şekil 3.9: Çalışmada kullanılan kompozit rezin	34
Şekil 3.10: Kullanılan termal siklüs cihazı	35
Şekil 3.11: Makaslama bağlanma dayanımı testi uygulanması ve kullanılan test cihazı	36
Şekil 3. 12: Örneklerin kopma yüzeylerinin stereomikroskopla incelenmesi	37
Şekil 3.13: SEM incelemelerinde kullanılmak üzere örneklerin hazırlanması	38
Şekil 3.14: Çalışmada kullanılan SEM cihazı.....	38
Şekil 4.1: Adeziv sisteme göre grupların bağlanma dayanımı değerleri	41
Şekil 4.2: Gruplara göre kopma tiplerinin dağılımı	44
Şekil 4.3: Kopma tiplerine göre stereomikroskop görüntüleri.....	44
Şekil 4.4: Sensodyne Onarım ve Koruma (Grup1) ile fırçalanan örneğin dentin tübül görüntüsü (X 2000).	45
Şekil 4.5: İpana Pro- Expert (Sensitive Protection) (Grup 2) ile fırçalanan örneğin dentin tübül görüntüsü (X 2000).	45
Şekil 4.6: Colgate Sensitive Pro-Relief (Grup 3) ile fırçalanan örneğin dentin tübül görüntüsü (X2000).	46
Şekil 4.7: Prevdent Diş Macunu (Grup 4) ile fırçalanan örneğin dentin tübül görüntüsü (X 2000).	46
Şekil 4.8: Herhangi bir macun uygulanmayan (Grup 5) kontrol grubu dentin görüntüsü (X2000).	46

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	Yüzde
~	Yaklaşık
≤	Küçük eşittir
≥	Büyük eşittir
° C	Santigrat derece
g / L	Gram / litre
kV	Kilovolt
MPa	Megapaskal
mW/cm	Miliwatt / santimetre
n	Örnek sayısı
N	Newton
nm	Nanometre
µm	Mikrometre

Kısaltmalar

ACP	Amorf kalsiyum fosfat
ADA	American Dental Association
AHF	Amonyum Heksaflorosilikat
ark.	Arkadaşları
Bis-EMA	Bisfenol A etoksile dimetakrilat
Bis-GMA	Bisfenol A glisidil metakrilat
Ca	Kalsiyum
CİS	Cam iyonomer siman
CO ₂	Karbondioksit
CPP-ACP	Kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat
CSB	Clearfil SE-bond
DEJ	Mine dentin sınırı

3D SR	Three dimensionel self-reinforcing
4- MET	4-Metakriloksietil trimellitik asit
DH	Dentin hassasiyeti
FAp	Floroapatit
Ha	Hidroksiapatit
HCAp	Hidroksikarbonapatit
HEMA	Hidroksietil metakrilat
MDP	Metakriloiloksidodesil dihidrojen fosfat
MTU-6	6-metakriloiloksiheksil 2-tiyourasil-5-karboksilat
NaF	Sodyum florür
Nd-YAG	Neodmiyum yitriyum alüminyum garnet
n-Hap	Nanohidroksiapatit
Ort	Ortalama
OTC	Over the counter
RMCİS	Rezin modifiye cam iyonomer siman
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
sn	Saniye
SS	Standart sapma
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
TUB	Tokuyama universal bond
UDMA	Üretan dimetakrilat

1. GİRİŞ

Dentin hassasiyeti (DH), dişte herhangi bir patolojiye atfedilemeyen ağız ortamına açılmış dentin yüzeylerinde farklı uyaranlar sonucu (termal, dokusal, buharlaştırıcı, ozmotik veya kimyasal) meydana gelen keskin, kısa süreli bir ağrı şeklinde ifade edilir (1). Klinik diş hekimliğinde DH, sıklıkla rastlanan ve hastaların günlük hayatını etkileyen bir durum olarak karşımıza çıkar (2).

Hidrodinamik teorinin kabul edilmesiyle birlikte, DH tedavi stratejisinde başlıca iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki dentin tübüllerindeki sıvı akışını azaltmak ikincisi ise sinir iletimini bloke etmektir (3). Günümüzde DH tedavisi amacıyla farklı içerikli birçok hassasiyet giderici ajan kullanılmaktadır. Hassasiyet görülen dişlerde sert doku kayıpları meydana geldiğinde, bazı durumlarda hassasiyet tedavisiyle beraber restorasyon ihtiyacı da ortaya çıkmaktadır. Uygulanan bu hassasiyet giderici ajanlar, dentin yüzeyinde meydana getirebilecekleri değişiklikler nedeniyle daha sonra yapılacak olan adeziv restorasyonların dentine bağlanma dayanımlarını etkileyebilir. Hassasiyet giderici ajanların dentin bağlanma dayanımına etkisinin bilinmesi yapılan restorasyonların klinik başarısı açısından önemlidir.

Günümüz teknolojisiyle adeziv sistemlerde meydana gelen gelişmeler sonucu 'universal' veya 'multimod' olarak bilinen yeni adeziv sistemler üretilmiştir. Son yıllarda universal adezivlerin kullanımı ve bağlanma dayanımına etkisi ile ilgili çalışmalar artarak devam etmektedir.

Bu tez çalışmasında yeni geliştirilen self cure universal bir adeziv olan Tokuyama universal adezivin, farklı içerikli (stannöz florid, arjinin, biyoaktif cam, nanohidroksiapatit) hassasiyet giderici ajanlarla birlikte kullanımının, dentin makaslama bağlanma dayanımına etkisinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmamızın sıfır hipotezi kullanılan farklı hassasiyet giderici diş macunlarının dentin makaslama bağlanma dayanımı değerlerinde herhangi bir etkisi olmayacağıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dentinin Yapısı

Dentin, kuron ve kökün en büyük kısmını oluşturan diş dokusunun ana yapısıdır. Kuru çevreleyen mine ve kökü çevreleyen sement ile kaplıdır. Dentin dokusu; sert, yoğun, kalsifiye ve ışığı yarı geçirgen özelliğe sahip mezoderm kökenli bir dokudur. Mine yapısına göre daha yumuşak, sarımsı renkli ve elastik bir yapıya sahiptir. Dentin dokusu ağırlıkça yaklaşık % 70 inorganik madde, % 30 organik madde ve % 10 sudan oluşur. Yüksek yoğunluğa sahip bir doku olduğu için hacim olarak bakıldığında ise % 45-% 50 inorganik madde, % 30 organik madde, % 20-25 su içerir. Organik kısmı yaklaşık % 90 tip I kolajen ve % 10 kolajen olmayan proteinlerden, inorganik kısmı ise esas olarak kalsiyum fosfat ve kalsiyum hidroksitten oluşan hidroksiapatit kristallerinden oluşur (4,5).

Histolojik olarak incelendiğinde dentinin ana yapısı; dentin tübüleri, odontoblast hücreleri ve bunların uzantıları olan Tomes lifleri, hipermineralize yapıdaki peritübüler dentin ile tübüller arasında bulunan daha az mineralize intertübüler dentinden oluşmaktadır (6).

Dentin tübülü ya da diğer adıyla dentin kanalcıkları dentin yapısı boyunca uzanan mikro tübüllerdir. Dentin tübüllerinin içini dolduran dentin sıvısı ise, mineralizasyonun meydana gelmesi için gerekli tüm bileşenleri içeren, plazma sıvısına benzer bir sıvıdır. Dentin tübüllerinin seyri dişin kuron kısmında hafif bir S eğrisi şeklindedir, ancak insizal kenarlarda, tüberkül tepelerinde ve kök dentininde daha düz seyreder. Genellikle mine-dentin birleşimine (dentinoenamel junction) (DEJ) dik olarak yönelir. Tübüllerin sayısı DEJ' den (15.000- 20.000) pulpaya doğru (45.000- 65.000) gidildikçe artar. Aynı zamanda tübül çapı da pulpaya doğru değişir. Koronal dentinde, DEJ' deki tübüllerin çapı ortalama 0,5 ila 0,9 µm iken pulpaya yakın yüzeylerde 2-3 µm' ye kadar çıkar (7).

2.2. Dentin Geçirgenliği

Dentin, tübüler yapısı sayesinde moleküllerle etkileşime girebilen, reaktif ve dinamik bir dokudur. Dentinden maddelerin geçişi yaklaşık yüzyıl önce keşfedilmiş

sonrasında dentin geçirgenliği ve dentin yapısı arasındaki ilişki araştırılmaya başlanmıştır. Su gibi kk moleküller dentinden kolaylıkla geçebilir fakat albümin, immünglobulinler, endotoksinler gibi daha büyük moleküller için dentin geçirgenliği düşüktür (8).

Dentin geçirgenliği diş yapısı boyunca eşit değildir. Koronal dentin kök dentininden çok daha geerendir. Dentin tübüllerinin uzunluğu, çapı ve içeriği dentinin geçirgenliğini doğrudan etkileyen en önemli özelliklerdir. Pulpaya doğru yaklaştıa tübüller; daha kısa, daha çok ve daha büyük çaplı olduğundan derin dentin yüzeysel dentin ile karşılaştırıldığında daha geerendir (7).

Tübül zelliklerinin dışında; dentinin yaşı, dentin kalınlığı, smear tabakasının varlığı, çürük, dentin sıvı akımı, sklerotik dentin varlığı ve tübüllerin içindeki sıvıların iletkenliğini değiştiren herhangi bir durum dentin geçirgenliğini etkiler. Dentin dokusunun geçirgenlik özelliklerinin ve bunu etkileyen faktörlerin tam olarak bilinmesiyle birlikte hassasiyet, restoratif başarısızlık, pulpal hasar gibi durumlardan sorumlu mekanizmaların anlaşılması sağlanabilecektir (9).

2.3. Dentin Hassasiyeti

DH tipik olarak, herhangi bir defekt veya patoloji olmaksızın ağız ortamına açılmış dentin yüzeylerinde termal, dokusal, buharlaştırıcı, ozmotik veya kimyasal uyaranlara yanıt olarak ortaya çıkan kısa süreli, keskin bir ağrı olarak tanımlanmaktadır (1). 2003 yılında, Kanada Dentin Duyarlılığı Danışma Kurulu (Canadian Advisory Board on Dentine Hypersensitivity) tarafından bu durumun patoloji yerine hastalık olarak ifade edilmesi gerektiğine yönelik değişiklik önerilmiştir (3).

DH' nin oluşması dentin dokusunun ağız ortamına açılması sonucu oluşur. Bu durum en çok kuronun bukkal servikal yüzeyinde veya kök dentininde görülür. DH' ye sırasıyla kanin, premolar ve kesici dişlerde en fazla rastlanırken molar dişlerde en az görülür (10).

DH ile oluşan ağrı, uyarıcı ortadan kalktıktan kısa bir süre sonra kaybolur. Tek bir dişte lokalize veya aynı anda birden fazla diş yüzeyini etkileyecek şekilde generalize olabilir (11).

2.3.1. Dentin Hassasiyetinin Prevalansı ve Etiyolojisi

DH klinik diş hekimliğinde sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Fakat literatüre baktığımızda, DH' nin prevalansı popülasyonlara göre % 1.34 ila % 98 arasında değişmektedir (12). Bekes ve ark. (2014) DH prevalansına yönelik çalışmaların heterojenliğinin, ağrı duyusunun bireyler arasında farklılık göstermesi ve değerlendirme yöntemlerindeki ve araştırma bölgelerindeki farklılıklar ile ilişkili olabileceğini iddia etmiştir (1,13) .

DH' nin en fazla gözlemlendiği yaş aralığı 20 ila 40 yaşlar arasındadır. Yaşla beraber dentin tübüllerindeki mineral birikiminin artması, pulpa odasının daralması, pulpanın damar ve sinir dallanmalarının azalması nedeniyle DH azalmaktadır (14). Dişeti çekilmesi ile görülen DH genellikle 30-40 yaş arasında ortaya çıkmaktadır. DH prevalansı periodontal hastalıkla birlikte artış göstermektedir (15).

Yapılan çalışmalar sonucunda DH ve oral hijyen arasında ters orantı olduğu bildirilmiş ve kadınlarda daha yüksek oranda hassasiyet olduğu gözlemlenmiştir. Kadınların ağız hijyenine daha çok dikkat etmeleri ve kadınlarda ağrı eşliğinin daha düşük olması bunun sebebi olarak gösterilmiştir (16). Yine yapılan çalışmalar sonucu DH' nin sağ elini kullanan hastalarda sol çenede, sol elini kullanan hastalarda ise sağ çenede daha sık olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin de sağ elini kullanan hastaların sol taraftaki bukkal yüzeyleri sağ tarafa göre daha etkili bir şekilde fırçalama yapmalarından kaynaklandığı iddia edilmiştir (17).

DH' nin etiolojisinde birçok faktör rol oynamaktadır. DH' nin meydana gelmesi için dentin dokusunun açığa çıkması (lezyon lokalizasyonu) ve dentin tübüllerinin açık olması (lezyon başlangıcı) iki ön koşuldur (18). Fakat, ağız ortamına açılan bütün dentin yüzeylerinde hassasiyet oluşmayabilir. Hastanın ağrı eşiği, yaşı, fizyolojik ve psikolojik durumu, tükürük özellikleri, dentin tübüllerinde oluşan çökeltiler, dentin tübüllerinin boyutu, kalan dentin kalınlığı ve reperatif dentin oluşumu gibi birçok faktör bu durumu etkileyebilir (19).

DH oluşması için dişeti çekilmesi ve mine ve / veya sement kaybı primer etiyolojik faktörler olarak tanımlanmıştır (20). Dişeti çekilmesi sonrası, servikal kök yüzeyindeki sement tabakası ince olduğu için kolaylıkla aşınabilir ve bu durum dentin tübüllerinin ağız ortamına açılmasına neden olur. Anatomik, patolojik ve fizyolojik birçok faktör dişeti çekilmesine neden olabilir. Yanlış diş fırçalama, uyumsuz restorasyonlar, hatalı yapılmış protezler, yüksek frenulum, kötü alışkanlıklar, periodontal işlemler (küretaj), oklüzal travma bu durumlara örnek verilebilir (21).

Ağız ortamında mine kaybı abrazyon, atrizyon, abfraksiyon ve erozyona bağlı diş aşınmaları nedeniyle meydana gelmektedir. Abrazyon dişlere dışardan gelen fiziksel etkenlerle atrizyon ise dişlerin birbirleriyle temasları sonucu oluşan aşınmalardır. Abrazyon genellikle üst çene kanin ve premolar dişlerin servikal bölgelerinde, bazen molar dişlerin lingual yüzeylerindeki dentinin açığa çıkmasına neden olur. Atrizyon özellikle oklüzal yüzeyde oluşan DH' de rol oynayabilir (10).

Erozyon dişlerde iç ve dış kaynaklı asit atakları sonucu oluşan kimyasal çözünmelerdir abfraksiyon ise aşırı oklüzal streslerin etkisiyle servikal bölgede meydana gelen aşınmalardır. Erozyon kaynaklı hassasiyet; tükürük akış hızı ve miktarı, tükürük tamponlama kapasitesi, asidin ağızda kalma süresi, diş yapısı ve remineralizasyon potansiyeline bağlı olarak bireyler arasında farklılık gösterebilir (22).

DH' nin oluşması ve devamlılığı; dişin ve periyodonsiyumun yapısı, ağız ortamı ve çevresel faktörlerden etkilenir. DH' nin oluşumunda birçok risk faktörü etki göstermesine rağmen, asıl belirleyici olan bireylerin yatkınlığıdır (23).

2.3.2. Dentin Hassasiyetinin Fizyolojisi

DH' yi oluşturan uyarıların, dentin sıvısının hareketine ve alfa liflerinin aktivasyonuna neden olduğu bilinmemektedir. Ancak dentine gelen bir uyarının pulpa dentin kompleksindeki reseptörlere nasıl etki ettiği tam olarak bilinmemektedir. DH' yi oluşturan bu fizyolojik süreçle ilgili bugüne kadar birçok teori ortaya atılmıştır. Bu teorilerin hepsi pulpa dentin kompleksinin anatomisi ve histolojisiyle ilişkilidir. Günümüzde geçerliliğini halen koruyan ve çalışmalarda en fazla kabul gören teori Hidrodinamik Teoridir. Diğer teoriler ise yapılan araştırmalar sonucu geçerliliğini

yitirmiş gibi görünmektedir (24,25). DH mekanizmasını açıklamak üzere ortaya konan teoriler şunlardır;

2.3.2.1. Odontoblast Reseptör Teorisi

Bu teori, dentin tübülleri içerisindeki dentin tübülünün yaklaşık % 25-30' una kadar ilerleyen odontoblastların protoplazmik uzantılarının (Tomes lifleri) dentinde reseptör görevi yaptığını savunmaktadır. Bu teoriye göre kimyasal veya mekanik uyarılar, odontoblastik uzantılardan nörotransmitterlerin salınmasına neden olur ve uyarılar sinir uçlarına iletilir (26) .

Yapılan deneysel çalışmalar sonucu odontoblastlarda üretilen veya salınan herhangi bir nörotransmitter bulunamamış ve odontoblastların harabiyeti sonucunda dentinde his kaybına rastlanmamıştır. Ayrıca yapılan elektron mikroskopu incelemelerinde odontoblastların reseptör olarak görev görmeleri için gereken özelliklere sahip olmadıkları gözlenmiştir. Sonuç olarak bakıldığında bu teoriye dair kanıtlar çok azdır ve bu yüzden kabul görmemiştir (14,27).

2.3.2.2. Doğrudan Sinir Sonlanması Teorisi

Bu teoriye göre dentin, serbest duyu sinir sonlanmaları ile uyarılmakta ve hassasiyetin dentin tübülleri içerisindeki miyelinsiz duyu sinir liflerinin doğrudan uyarılması sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Fakat ağrıya neden olan maddelerin açık dentin yüzeyinde ağrıya neden olmaması ve mikroskopik çalışmalarda sinir uçlarının daha çok pulpa boynuzu çevresinde olup dentin tübülleri içinde çok kısa bir mesafe boyunca gösterilmesi bu teorinin geçerliliğini olumsuz yönde etkilemiştir (28).

Ayrıca yapılan bir çalışmada, açık dentin yüzeyine uygulanan anesteziğin ağrıyı durdurmadığı bildirilmiş ve bu teorinin DH' yi açıklamada yetersiz kaldığı görüşü kabul edilmiştir (29).

2.3.2.3. Hidrodinamik Teori

DH 'nin mekanizmasıyla ilgili en yaygın kabul gören teori, ilk olarak 1900 lerde Gysi tarafından önerilen, yıllar sonra da Brannstrom ve arkadaşları tarafından geliştirilen hidrodinamik teoridir. Hidrodinamik teori dentindeki ozmotik, fiziksel,

termal değişiklikler sonrasında dentin túbülleri içindeki sıvının hareket etmesi ve bu hareketin de pulpa-dentin sınırındaki duyusal baroreseptörlerin aktivasyonu ile ağrıya neden olması temeline dayanır (30).

Soęutma, kurutma ve hipertonic kimyasal uyarılar, dentin sıvısının dışarı yani ağız ortamına doğru akmasına neden olurken, sıcak uyarılar dentin sıvısını pulpaya doğru hareket ettirir. Bunun nedeni ise sıcaklık hariç diğer tüm uyarıların túbüllerde büzölmeye yol açmasıdır. Yapılan çalışmalar sonucu DH olan hastaların yaklaşık % 75' inde soğuk uyarılara yanıt olarak ağrı geliştiği bulunmuştur (31). Bununla birlikte dentin túbülü içindeki sıvının dışarı hareketine neden olan uyarıların, içeri hareketine neden olanlara göre daha hızlı pulpal sinir cevabı oluşturduğu gösterilmiştir (1).

Dentin túbüllerinin içerisinde myelinli A-delta ve A-beta sinir lifleri ile miyelinsiz C sinir lifleri bulunmaktadır. Hidrodinamik teoriye göre, DH' nin karakteristiği olan keskin, kısa süreli, lokalize ağrının öncelikli olarak A-delta sinirlerinden kaynaklandığı düşünölmektedir. A-delta sinir aktivasyonunun hidrodinamik mekanizmayla ilişkili bulguları, yapılan in vivo çalışmalara dayanmaktadır (29).

Hidrodinamik teoride túböl genişliği çok önemlidir ve dentin sıvısının hareketi túböl çapına bağlıdır. Hassas dişler diğerlerine göre daha fazla sayıda ve genişlikte túbüllere sahiptir (27). Túböl genişliği arttıķça dentin sıvısının akış hızı ve dolayısıyla hassasiyet miktarı da artar ve bu da uyarı iletilmesini hidrodinamik teoriyle açıklayan hipotezi destekler (31). Yapılan çalışmalarda dentin túbüllerinin tıkanmasıyla sıvı akışının azaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle dentin túbüllerini tıkamak, birçok hassasiyet tedavisinin temel mekanizmasını oluşturmaktadır (29).

2.3.3. Dentin Hassasiyetinin Klinik Teşhisi ve Ayırıcı Tanısı

DH, pek çok hasta için hoş olmayan ve rahatsız edici bir durumdur ve hastaların yiyecek ve içeceklerle karşı davranışlarını bile etkileyebilir. Hastalar yaşadıkları durumu keskin, belirsiz, aralıķlı veya uzun süreli bir ağrı olarak tarif edebilirler (2).

DH' nin etiolojisinin multifaktöriyel olması ve belirtilerinin bazı dental patolojilerle benzerlik göstermesi, klinik olarak teşhisini zorlaştırmaktadır (32). Bununla birlikte ağrının algılanması kişiden kişiye değiştiği için, hastaların ağrısını objektif olarak ölçmek veya birbirleriyle karşılaştırmak mümkün değildir (3). DH' nin teşhisinde en sık kullanılan yöntemler: sondla muayene, hava spreyi ile kurutma, termal testler, ısırma testi, perküsyon testi, oklüzyon değerlendirmesi, ayırıcı anestezi testi, çürük ayırıcı tanıları ve radyografilerdir (11).

Bu yöntemler arasında en çok tercih edilenler kolay yapılabilir ve hızlı oldukları için dokusal uyarılardır (11). Sondla muayene dişin distalinden mezialine doğru şüpheli alanlarda tüm dişleri kapsayacak şekilde yapılır. Termal testlerde ise en çok kullanılan yöntem soğuk testidir. Bu uygulamalar en fazla ağrıyı veren uyarıdan itibaren yapılmalı ve tekrarlanan uyarılardan kaçınılmalıdır (27).

Hastaların yaşadıkları ağrının niteliğini ve şiddetini değerlendirmek için McGill ağrı anketi, görsel analog skalalar, sayısal derecelendirme skalaları, sözel tanımlama skalaları gibi çeşitli ağrı anketleri ve skalaları kullanılmaktadır (33).

DH' de ağrının geri dönüş mekanizması hala tam olarak bilinmemektedir. Hastalardaki belirtiler, subjektif ağrı hassasiyeti, duygusal komponentler, hassasiyetin belirli dönemlerde azalması gibi faktörlere bağlı plasebo etkiler DH' nin döngüsel karakterli doğasını açıklamaktadır ve bu faktörler teşhiste göz önünde bulundurulması gereken önemli noktalardır (27).

DH' de ayırıcı tanı için çok dikkatli bir klinik muayene ve ayrıntılı bir anamnez alınması gerekir. Detaylı bir radyografik ve klinik değerlendirmenin ardından DH diğer dental patolojilerden ayrılabilir. Çatlak diş sendromu, vital beyazlatma tedavisi, periodontitis, hatalı pin uygulamaları, oklüzal travma, çürük, reversible veya irreversible pulpitis, diş kırıkları, adezivlerin hatalı uygulanması sonucu gelişebilen nano sızıntı, palotagingival oluklar ve diğer mine invajinasyonları gibi sorunlar DH' yi taklit eden ağrılara sebep olabileceğinden ayırıcı teşhisi önem taşır (34,35).

Kesin bir tanıya ulaşmak için öncelikle radyografi, transillüminasyon, elektrikli pulpa testi, soğuk testi ve periodontal muayene gibi tanı testleri ile dental

patolojiler elimine edilmelidir (35). Dişlerde herhangi bir patolojik durum tespit edilemezse, çatlak diş sendromuna yol açabilen parafonksiyonel alışkanlıkların ve / veya temporomandibular rahatsızlıkların varlığı değerlendirilmelidir. Şüpheli durumlarda, DH' yi teşhis etmenin basit bir yolu da, bir hassasiyet giderici uygulamasından önce ve sonra hasta geri bildirim yoluyla ağrının şiddetini değerlendirmektir (36).

DH' nin değerlendirilmesi; ağrı eşiğini etkileyen birçok psikolojik faktör olduğundan, subjektif ölçütlere göre yapılmaktadır. Fakat son yıllarda, SEM ve mikro analiz çalışmalarıyla daha objektif değerlendirme metodları araştırılmaktadır (37).

2.4. Dentin Hassasiyetinin Tedavisi

DH olan bireyler; sürekli ağrı, yaşam kalitesinin düşmesi ve estetik kaygılar nedeniyle tedavi arayışı içindedir (38). Fakat DH' nin tedavisi; ağrı şiddetinin belirlenmesindeki zorluklar ve hastaya göre ağrı eşiğinin değişmesi gibi nedenlerden dolayı zordur. Bununla birlikte dentinin açığa çıkması kişisel alışkanlıklara bağlı olarak oluşabilir ve bu alışkanlıkların değiştirilmesi de çok güç olabilir. DH teşhisi konulduktan sonra, tedaviye başlarken ilk basamak etiyolojik risk faktörlerini belirlemek ve bu faktörleri ortadan kaldırmaktır. İkinci basamak ise hassasiyet giderici ajanların uygulanması olarak düşünülebilir (39). DH tedavi stratejisi başlıca, dentin tübüllerindeki sıvı akışını azaltan ve sinir iletimini bloke eden ajanların kullanımına dayanmaktadır (3) .

2.4.1. Etiyolojik Risk Faktörlerinin Ortadan Kaldırılması

DH teşhisi konulduktan sonra hasta öncelikle risk faktörleri açısından değerlendirilmelidir. Etiyolojik risk faktörlerinin erken tespiti ve hassasiyete neden olan alışkanlıkların değiştirilmesi veya tamamen bırakılması gibi yaklaşımlar DH' nin önlenmesinde ve tedaviden uzun dönemde sonuç alınmasında çok önemlidir (31). Etiyolojik risk faktörleri; yanlış diş fırçalama, erken oklüzal temaslar, dişeti çekilmesi, fazla miktarda ekzojen veya endojen asitlerin varlığı olabilir (40).

Yanlış diş fırçalama (sert veya kalın kıllı diş fırçalarının kullanılması, aşırı basınçla dişlerin fırçalanması) nedeniyle DH' den korunmak için hastaya doğru diş

fırçalama yöntemi öğretilmelidir. Bunun yanı sıra hasta fazla miktarda aşındırıcı içeren diş macunlarını kullanmaktan kaçınmalıdır (35) . Erken oklüzal temaslar varlığında ise bazen aşındırmalarla oklüzyonun düzeltilmesi veya oklüzal bir splint kullanılmasıyla problem kolayca çözülebilir. Sentrik veya dinamik oklüzyondaki non-fizyolojik kapanışın selektif möllemeler ile düzeltilmesi, hatalı protezlerin yenilenmesi ve parafonksiyonel alışkanlıklarının önlenmesi de çözüm yöntemi olabilir (41).

Hastada dişeti çekilmesi tespit edildiğinde hasta konsültasyon için bir periodontiste yönlendirilmelidir. Böyle durumlarda hastaya periodontal tedavi seçenekleri sunulabilir (25) . Eğer etiyolojik faktör erozyon kaynaklı ise hastanın diyet alışkanlıkları sorgulanmalı ve düzenlenmelidir. Bulimia veya anoreksiya gibi hastalıklara sahip hastalar mutlaka ilgili hekimlere yönlendirilmelidir (42).

2.4.2. Dentin Hassasiyetinde Kullanılan Ajanlar ve Tedavi Yöntemleri

Günümüzde DH tedavisinde birçok seçenek bulunmaktadır. Kullanılan ajanların sınırlı bir süre etki etmesi ve etkinliklerinin devamı için tekrarlanarak uygulanması gerekliliği bu yöntemlerin başlıca sınırlamalarıdır (39). İdeal bir hassasiyet giderici ajanda bulunması gereken özellikler şöyle sıralanabilir:

- Ağrıyı hemen dindirmeli.
- Uzun süreli etkiye sahip olmalı.
- Pulpaya ve yumuşak dokulara iritan olmamalı.
- Kolay uygulanmalı.
- Dişlerde renklenmeye neden olmamalı.
- Ucuz olmalı.
- Hasta tarafından kolaylıkla tolere edilebilmeli (43,44).

DH tedavisinde genellikle hastalara ilk olarak eczanelerde satılan over the counter (OTC) ürünler önerilir. Hasta tarafından uygulanan tedaviler basit, ucuz ve birçok dişin tedavisinde kullanılabilir. Genellikle 2-4 haftalık bir uygulama gerektirir. Hastaya evde başlatılan tedavi sonunda ağrıda rahatlama ve azalma olmadığı durumlarda, klinikte diş hekimi tarafından uygulanan tedavi ile devam edilmelidir. (25,26).

Evde uygulanabilen hassasiyet giderici ajanlar; diş macunları, gargaralar ve jellerdir. Bunlardan en sık kullanılanı diş macunlarıdır (42). Bu ürünler genellikle klinikte uygulanan ürünlerle aynı aktif bileşenlere sahiptir, ancak izin verilen konsantrasyon, klinisyen tarafından kullanılan konsantrasyondan çok daha düşüktür (26). Günümüzde piyasada satılan ürünler genelde potasyum, okzalat, stronsiyum florit tuzlarını ve bunların kombinasyonlarını içermektedir (45).

Diş macunlarının aktif içeriğinde yer alan ve remineralizasyon potansiyeli bulunan florür, kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) kompleksi, trikalsiyum fosfat, biyoaktif cam (novamin), arjinin bikarbonat ve nanohidroksiapatit de DH tedavisi amacıyla kullanılabilir. Bu ajanların kullanılmasıyla dentin tübüllerinin remineralizasyon yoluyla tıkanması sağlanmaktadır (46).

Yapılan çalışmalarda hassasiyet giderici ajanların birbirlerine karşı üstünlükleri hakkında çok az bulgu olsa da DH tedavisinde hasta tarafından hassasiyet giderici diş macunların kullanılmasının fayda sağladığı gözlenmiştir (47). Diş macunlarının yanı sıra potasyum nitrat ve florür içeren gargaraların da DH' yi azalttığı yapılan araştırmalarda gösterilmiştir (25) .

Diş hekimleri kullanılan ajanların etkinliğini artırmak için hastalara tavsiyelerde bulunabilir. Öncelikle hekim hastaya doğru diş fırçalama yöntemini öğretmelidir. Hassasiyet giderici diş macunları yumuşak kıllı diş fırçalarıyla kullanılmalıdır (11). Bu ajanları parmakla uygulamanın, etkinliklerini artırdığına dair bir kanıt yoktur (3). Bu zamana kadar DH tedavisinde birçok materyal ve yöntem geliştirilmiştir. Fakat çalışma sonuçları değerlendirildiğinde tedavi için altın standart olabilecek bir yöntem bulunamamıştır (48).

2.4.2.1. Sinir İletimini Engelleyen Ajanlar

- ***Potasyum Tuzları***

1986 yılında American Dental Association (ADA) tarafından onaylanması ile DH tedavisinde en sık kullanılan ajanlardan biri potasyum tuzlarıdır (Potasyum klorür, potasyum sitrat, potasyum oksalat, potasyum nitrat) (49). Aktif içerik olarak en çok

kullanılanları ise potasyum nitrat ve potasyum sitrattır. Potasyum nitratın klinik olarak jel ve solüsyon şeklinde iki formu bulunmaktadır (35).

Potasyum nitrat ağrıyı ileten sinirlerin uyarılabilirliğini azaltarak etki gösterir yani desensitizasyon sağlar. Bu etkisinin oksidasyon ya da tübüleri kristalleştirerek sinir blokajı şeklinde olduğu düşünülmüş ancak kanıtlanamamıştır. Bu konu hakkında diğer bir görüş ise, potasyum oranını artırarak sinir depolarizasyonuna neden olmasıdır (28,50). Potasyum nitratın etkisi hakkındaki araştırmalar çoğunlukta olsa da bazı çalışmalarda potasyum sitrat da kullanılmış ve DH tedavisinde etkili bulunmuştur (47).

2.4.2.2. Antiinflamatuvar Ajanlar

Kortikosteroidler gibi antiinflamatuvar ajanlar DH tedavisinde etkili olabilseler de bu ajanların klinik kullanımdaki geçerliliği henüz kanıtlanmamıştır (14). Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda tamamen etkili olmasa da dentin tübüllerinde mineralizasyonu artırarak tübül tıkama ile hassasiyeti azaltacakları düşünülmüş fakat mekanizması tam olarak açıklanamamıştır (51).

2.4.2.3. Tübül Tıkayıcı veya Örtücü Ajanlar

a) İyonlar / Tuzlar

• Flor İçerikli Ajanlar

Florun DH' yi azaltmada etkinliği hakkında günümüze kadar birçok araştırma yapılmıştır. Flor, dentin tübüllerinin içinde kalsiyum florid kristalleri oluşturarak dentin geçirgenliğini azaltır (25). Florun DH tedavisi için uygulanması; diş macunu, jel, gargara, vernik gibi taşıyıcılar ile yapılmaktadır. DH tedavisinde sodyum florür, kalay florür, sodyum monoflorofosfat, florosilikatlar, amin florür, titanyum tetraflorür ve iyontoforezle kombine florürler gibi çeşitli formülasyonlar kullanılmaktadır (35,52).

Klinik olarak en sık kullanılan % 2 Sodyum florür (NaF) ile dentin tübüllerinde oluşturulan çökelti, tükürükle veya mekanik olarak uzaklaştırılabilir. Bu nedenle, NaF'

nin tübüllerin derinlerinde çökelti oluşturabilmesi için formüle asit eklenmiş ve bu şekilde asidüle sodyum florid ortaya çıkmıştır (35).

Florun diş yüzeyinde yavaş ve devamlı salınmasını sağlayarak etkinliğini arttırabilmek amacıyla flor vernikleri geliştirilmiştir. Yapılan bir çalışmada 24 haftalık süreçte % 5 lik NaF içeren verniğin hassasiyetin giderilmesinde etkili olduğunu gösterilmiştir (53).

Genellikle sulu bir çözelti içinde veya karboksimetil selüloz taşıyıcısı ile kullanılan stannöz florid de DH' nin giderilmesinde etkili bulunmuştur. Etki mekanizmasının kesin olmamakla birlikte diğerleriyle benzer şekilde dentin tübüllerinde çökelti oluşturarak geçirgenliği azaltma şeklinde olduğu düşünülmektedir (54).

Flor içerikli bir bileşik olan amonyum heksaflorosilikat (AHF) açık dentin tübüllerini silika-kalsiyum fosfat çökeltisiyle tamamen tıkar, hidroksiapatit oluşumunu indükler ve DH tedavisinde kullanılabilir (55). AHF uygulandıktan sonra 7 gün boyunca yapay tükürükte bekletilen dentin örneklerinde tübüllerin tamamen tıkalı olduğu görülmüştür (56).

Florun, iyontofrez yöntemi kullanılarak elektrik akımı sayesinde dentin tübüllerindeki konsantrasyonu artırılmaktadır. Yapılan bir çalışmada iyontofrez ile dişlerdeki flor konsantrasyonunun, florun topikal uygulanmasına oranla 2 kat daha fazla olduğu bulunmuştur (57). Bu yöntemin etki etme mekanizması hakkında farklı görüşler ortaya atılmıştır. İlk teoriye göre kalsiyum florid çökmesiyle hassasiyeti azaltır. Diğer teoriye göre ise elektrik akımının paresteziye neden olduğu ve bu şekilde etki ettiği savunulmaktadır (58).

- ***Kalsiyum İçerikli Bileşikler***

DH tedavisi amacıyla kullanılan kalsiyum hidroksit dentin kanallarını tıkayarak veya peritübüler dentin oluşumunu uyararak etki ettiği bildirilmiştir. Dentin duyuşal sinir aktivitesi üzerinde doğrudan etkisi bulunamamıştır (59). Levin ve ark. (1973), hassas dentine kalsiyum hidroksit uygulanmasının % 90 oranında hassasiyeti azalttığını iddia etmiştir (60). Fakat kalsiyum hidroksit tekrar tekrar uygulama

gerektirmektedir ve yüksek pH seviyesi nedeniyle gingival dokulara toksik etki edebileceği düşünülmektedir (61).

Yapılan *in vitro* çalışmalarda kalsiyum fosfatın, dentin tübüllerinin tıkanmasında potasyum oksalattan daha etkili olduğu bildirilmiştir (62). DH tedavisi için amorf kalsiyum fosfat (ACP) ın etkinliğini araştıran klinik bir çalışma sonucuna göre, ACP' nin hastalardaki hassasiyeti çok hızlı bir şekilde azalttığı iddia edilmiştir (63). ACP' nin ağız ortamında stabilizasyonu için çeşitli araştırmalar sonucunda ACP ile kazein fosfopeptit (CPP) birleştirilmiştir (61). Stabilize CPP-ACP, kalsiyum fosfatın çözünmesini engellemekte, süper satüre kalsiyum fosfat oluşmasını sağlamaktadır (35).

CPP-ACP' nin DH tedavisindeki rolü remineralizasyon potansiyeline dayanmaktadır. Birçok *in vitro* ve *in vivo* çalışmayla, CPP-ACP ' nin dentin tübülleri üzerinde çökeltiler oluşturarak dentin geçirgenliğini azalttığı gösterilmiştir (64). Talioti ve ark. CPP-ACP içeren ürünlerin DH 'nin azaltılmasında fayda sağlasa da, CPP-ACP' nin etkin bir tedavi yöntemi olduğuna dair yeterli veri olmadığını savunmuştur (45).

- **Oksalat Bileşikleri**

Oksalat bileşiklerinin kalsiyum iyonlarıyla reaksiyona girerek dentin tübülleri içinde çözünmeyen kalsiyum oksalat çökeltileri oluşturarak DH' yi azalttıkları bildirilmiştir fakat uzun dönem etkileri belirsizdir (65). 3 tip oksalat bileşiği bulunmaktadır. Bunlar: % 6 ferrik oksalat, % 30 dipotasyum oksalat ve % 3 monohidrojen monopotasyum oksalattır. % 3 monohidrojen-monopotasyum oksalatın çözünmeye karşı çok dirençli olduğu ve DH' nin azaltılmasında etkili olduğu iddia edilmiştir (66). Yapılan *in vitro* çalışmalar, potasyum oksalat preparatlarının dentin geçirgenliğini azalttığını göstermiştir (67). Yakın zamanda % 1.4' lük potasyum oksalat içeren gargaralar da (Listerine Advanced Defense Sensitive) geliştirilmiştir ancak etkinliğini belirlemek için uzun süreli klinik çalışmalara ihtiyaç vardır (68). Fakat potasyum oksalat bazı sindirim bozukluklarına yol açabilir bu nedenle uzun süre kullanılmamalıdır (35).

- ***Stronsiyum tuzları***

Stronsiyum tuzları (stronsiyum klorür, stronsiyum asetat), diş yüzeyinde metal bileşiklerin çökmesine neden olarak açık dentin tübüllerinin tamamen veya kısmen tıkanmasını sağlar (69). Hassasiyet giderici diş macunlarında uzun yıllardır kullanılmaktadır. Literatüre baktığımızda, dentindeki hidroksiapatit kristallerindeki kalsiyum ile yer değiştirerek daha sağlam kristaller oluşturduğu bildirilmiştir bunun yanı sıra sinir depolarizasyonu yaptığına dair çalışmalar da mevcuttur (70) . Yapılan çalışmalarda etki mekanizmalarının kesin olarak bilinmediği fakat hassasiyeti belirli ölçüde azalttıkları gösterilmiştir (27,71) .

b) Protein Çökelticiler

- ***Gluteraldehit***

DH tedavisinde gluteraldehitin etki etme mekanizması, dentin sıvısında bulunan albümin ile reaksiyona girip çökelti oluşturmaya ve böylece dentin tübüllerindeki geçirgenliği azaltmasına dayanmaktadır. Taramalı elektron mikroskobu ve konfokal lazer tarama mikroskobu kullanılarak yapılan çalışmalarda, gluteraldehit uygulandıktan sonra protein çökmesi yoluyla dentin tübüllerinde tıkanma gerçekleştiği doğrulanmıştır (72).

Gluteraldehit ve hidroksietyl metakrilat (HEMA) kombinasyonu piyasada Gluma (Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) ticari ismiyle bilinen, yaygın olarak kullanılan bir ajandır (73). % 5 gluteraldehit ve % 35 HEMA içeren bir ajanla yapılan çalışmada, bu ürünün DH' nin giderilmesinde 7 ila 9 aya kadar etkili olduğu ve DH 'de % 5 ila % 27 oranında azalma sağladığı rapor edilmiştir (74). Fakat gluteraldehitin fiksatif etkisinden dolayı yumuşak dokular uygulama sırasında korunmalıdır ve bu amaçla jel formu daha kontrollü bir çalışma sağlayabilir (28) .

c) Dentin Yüzeyini Örtün Ajanlar

DH' nin güncel tedavisinde kullanılan dentin yüzeyini örtücü ajanlar başlıca; cam iyonomer siman (CİS), rezin modifiye cam iyonomer siman (RMCİS), kompozit rezinler ve bonding ajanlarıdır (27). DH tedavisinde adeziv rezinlerin kullanımının

temeli, dentin tübüllerini örtmek ve böylece uyaranların pulpa sinir kompleksine ulaşmasını önlemektir. Klinik olarak, bu tedavi seçimi genellikle evde uygulanabilen tedavi stratejilerinin başarsız olduğu durumlarda gerçekleştirilir (70).

Self etch sistemlerin geliştirilmesiyle birlikte bonding ajanların, dentin desensitiz rleri olarak uygulanması gündeme gelmiştir (75). Self etch sistemlerin oluşturduğu hibrit tabaka dentin üzerinde bir kaplama sağlar ve 4 haftalık süre boyunca hassasiyeti önemli ölçüde azaltır. İki aşamalı self etch sistemlerin daha az geçirgen ve daha dayanıklı oldukları kanıtlandığından daha etkili oldukları d ş n lmektedir (73) . Fakat bununla birlikte, bu adeziv sistemlerin uzun dönem etkinliği belirsizliğini korumaktadır. Bu sistemlerin etkinliği, dentin kanallarında peritübüler dentin matriksinin duvarına rezin tagların bağlanması yetersiz olması nedeniyle sınırlıdır (70).

DH'yi adeziv materyallerle tedavi ederken minimal invaziv bir yaklaşım tercih edilmesine rağmen, klinisyen diş yapısında belirgin bir madde kaybıyla karşı karşıya kalabilir. Böyle durumlarda, estetik ve fonksiyon için cam iyonomer simanlar ve kompozit rezinlere ihtiyaç duyulabilir (11).

2.4.2.4.Lazerler

Lazer, DH tedavisi için ilk olarak 1985 yılında kullanılmış ve bu zamana kadar DH için lazer uygulamaları üzerine birçok çalışma yapılmıştır (76). DH'yi azaltmada lazerin etki mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Lazer, doku ile etkileşime girerek; ortama, dalga boyuna, g c yoğunluğuna ve hedef dokunun optik özelliklerine göre farklı doku reaksiyonlarına neden olur (77). Lazerin dentin yapısı ve DH 'yi azaltma üzerindeki etkisi için farklı mekanizmalar  ne sürülmüştür. Bunlar; dentin sıvısındaki proteinlerin pıhtılaşmasıyla tübül tıkama etkisi, dentin yapısını kısmi eritme yoluyla tübül tıkama etkisi ve tübüllerin içindeki sinirlerin elektrik aktivitesini etkilemesi şeklinde sıralanabilir (78).

 nceki araştırmalara göre, lazerin DH tedavisi üzerindeki etkisi kullanılan lazer tipi ve parametrelerine göre % 5.2-100 arasında değişmektedir (59). DH tedavisi için kullanılan lazerler; düşük çıkış gücü lazerleri: Helyum-Neon (He-Ne), Galyum-

Alüminyum-Arsenide (GaAlAs) (Diyot) ve orta çıkış gücü lazerleri: Nd:YAG, Karbon dioksit (CO₂) olarak 2 gruba ayrılabilir.

Diyot lazerin, C tipi sinir liflerinin sinir iletimini baskıladığı ve bu şekilde hassasiyeti azalttığı iddia edilmiştir. CO₂ ve Nd:YAG lazerleriyle yapılan çalışmalarda ise hidroksiapatit kristallerinde remineralizasyon sağlayıp dentin tübüllerini tıkadığı bulunmuştur (79).

Lazerin DH tedavisi üzerindeki etkileri hakkındaki çalışmaların incelendiği bir derlemeye göre, DH tedavisi için diğer lokal tedavilere göre tercih edilebileceği iddia edilmiştir (78). Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda olumsuz bir reaksiyon veya pulpa hasarı bildirilmemiştir. Fakat bu iddianın kanıtlanması için uzun süreli klinik çalışmalara ihtiyaç vardır (25).

2.4.2.5.Periodontal Tedavi

DH' yi tedavi etmek için kök yüzeyini örtmek amacıyla çeşitli dişeti rekonstrüktif cerrahi prosedürleri de düşünülebilir (59). Kök yüzeyinin kaplanmasıyla açığa çıkan dentin yüzeyinin en aza indirilmesi sağlanır (80). Yapılan araştırmalar sonucu periodontal kök yüzeyi kaplama işlemi sonrasında gözlenen servikal dentin hassasiyetinde azalmaya işaret eden sonuçlar mevcut olsa bile bu konuda daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır (81). Bazı araştırmacılar kök yüzeyinin açığa çıktığı durumlarda cerrahiyle birlikte restoratif tedavilerin kombine uygulanmasını önermiştir (82).

2.4.2.6.Homeopatik Medikasyon

- *Propolis*

Propolis, kovanların korunması amacıyla arılar tarafından üretilen sarı-kahverengi renkli doğal bir reçinedir. Propolis; amino asit, mineral, etanol, A, B, E vitaminleri, çinko, esansiyel yağ, polen ve biyokimyasal olarak aktif bioflavonoid içerir. Flavonoidler; antibakteriyel, antifungal, antiviral, antiinflamatuvar özelliklere ve anestetik etkilere sahip bitki kompleksleridir (83). İçerdiği bu bileşiklerden dolayı propolisin DH tedavisinde de kullanılabilirliği düşünülmüştür. Yapılan bir çalışmada

propolisin dentin tübüllerini tıkama özelliği olduğu gösterilmiştir (84). Purra ve arkadaşlarının yaptığı 3 aylık klinik bir çalışma sonucunda propolisin DH' yi hafifletmede % 5 potasyum nitrattan daha etkili olduğu bulunmuştur (85).

Literatür incelendiğinde propolisin DH tedavisinde, dentin yüzeyinde meydana getirdiği etki mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Bu sebeple etki mekanizmasının araştırılmasına ve uzun dönem etkilerinin incelenmesine yönelik ileri çalışmalara ihtiyaç vardır (86).

2.4.2.7.Dentin Hassasiyeti Tedavisinde Güncel Gelişmeler

- ***Pro-Arjin Teknolojisi***

Arjinin tükürükte doğal olarak bulunan bir amino asittir. DH tedavisinde güncel gelişmelerden biri olan Pro-Arjin teknolojisi; arjinin, kalsiyum karbonat ve flor kompleksi olarak tanıtılmış ve piyasadaki diş macunu ve gargara içeriklerine eklenmiştir (87). Arjinin ve kalsiyum karbonatın kombine kullanılması tükürüğün açık dentin tübüllerini tıkama yeteneğini taklit eder, negatif yüklü dentin yüzeyi ile bir kompleks oluşturur. Dentin yüzeyi ve dentin kanallarının içinde kalsiyum bakımından zengin bir tabaka oluşturarak dentin kanallarını tıkarlar. Böylece dentin tübüllerinde sıvı akışı azalır ve diş yüzeyi asidik, termal uyarılara karşı daha dirençli hale gelir (88).

Hastalara diş macunuyla günde iki kez fırçalama veya hassas yüzeye doğrudan uygulama şeklinde kullanım tavsiye edilir. Macun şeklinde olması direkt parmak ile hassasiyet olan alanlara topikal kullanım avantajı da sağlamaktadır (89) .

Pro-Arjin teknolojisiyle üretilen diş macunları ve gargaraların plasebo veya diğer ürünlerle karşılaştırıldığında DH' yi azalttığı yapılan klinik çalışmalarda bildirilmiştir (90). Bu konuda yapılan sistematik bir incelemeye göre, çalışmaların çoğunluğu; pro-arjin içerikli ajanların stronsiyum asetattan daha etkili bir hassasiyet giderici olduğunu göstermiştir (90–92). Son dönemlerde yapılan bir meta analiz raporuna göre ise arjinin içeren diş macunlarının 4 ve 8. haftalardaki etkinliği desteklenmektedir (93). Fakat bazı araştırmacılar DH' yi azaltmada klinik

etkinliklerini belirlemek için daha güçlü ve iyi tasarlanmış randomize klinik çalışmaların yapılması gerektiğini ileri sürmüşlerdir (94).

- ***Biyoaktif Cam (Novamin)***

Biyoaktif camlar osteojenik potansiyeli olan biyouyumlu materyallerdir ve tıpta birçok alanda kullanılmaktadır. Biyoaktif cam formülü 45S5 olarak bilinmekte ve SiO_2 , Na_2O ve CaO ve P_2O_5 içermektedir (95). Biyoaktif camların karakteristik özelliği çok kısa bir süre içinde hidroksikarbonapatit (HCAp) oluşturabilmeleri ve bu özellikleri sayesinde dokulara kimyasal olarak bağlanabilmeleridir (96).

Novamin, ağız bakımında kullanılmak üzere geliştirilmiş bir kalsiyum sodyum fosfo silikat biyoaktif camın ticari adıdır. Novamin, su veya tükürük ile temas ettiğinde, ağızdaki doğal remineralizasyonu sağlayan minerallerin (kalsiyum ve fosfat) serbestleşmesini sağlar (97). Bu iyonların diş yüzeyine çökmesiyle oluşan tabaka kristalize olur ve HCAp oluşur. Partikül boyutları çok küçük olduğu için hem diş yüzeyinde hem de dentin tübüllerinin içinde apatit oluşumu sağlarlar. Bu özelliklerinden dolayı yapılan çalışmalarda biyoaktif camların dentinde remineralizasyon sağladığı bildirilmiştir (98).

Novaminin hassasiyeti giderme mekanizması, bu HCAp tabakasının dentin tübüllerini fiziksel olarak tıkamasına dayanmaktadır. Oluşan HCAp tabakası kimyasal ve yapısal olarak, doğal mine ve dentin yapısına benzerdir (99). Fakat bu tabakanın ağız ortamında uzun süreli dayanıklılığı konusunda endişeler vardır. Ağız ortamında oluşan floropatitin (FAp) HCAp' a göre asit ataklarına karşı daha dirençli olabileceği ve çözünürlüğünün daha düşük olacağı düşünülmektedir (100).

Yapılan çalışmalarda novamin içerikli diş macunlarının, dentin tübüllerinin tıkanmasında etkili olduğu *in vitro* olarak gösterilmiş ve diğer desensitize edici ürünlere kıyasla klinik etkinliğinin yanı sıra asit ataklarına karşı da dirençli olduğu bildirilmiştir (101). 2018 yılında yapılan bir meta analiz sonucuna göre diğer dentin tübülü tıkayıcı ajanlara kıyasla, % 5 novamin içeren diş macunları daha etkilidir. Fakat, nanohidroksiapatit novamin ile karşılaştırıldığında daha etkili bulunmuştur (102).

- ***Nanohidroksiapatit***

Hidroksiapatit (Ha), mine ve dentinin mineral fazının temelidir. Ha, yıllarca diş macunu formülasyonlarında remineralize edici bir katkı maddesi olarak kullanılmıştır fakat son zamanlarda DH tedavisi için de kullanılabilceği düşünölmüştür (103). Diş hekimliğinde nanoteknolojinin gelişmesiyle birlikte, hidroksiapatitin çözünörlüğünü artırarak salınan kalsiyum ve fosfat iyonlarının oranını artırmak amacıyla boyutları 50 ila 1000 nm arasında değışen nanohidroksiapatitler (n-Hap) geliştirilmiştir. Sentetik n-Hap partikülleri, diş yapısında bulunan hidroksiapatite yapısal ve morfolojik olarak benzerlik gösterdiğinden biyouyumlu ve biyoaktif materyaller olarak kabul edilmiştir (104).

Yapılan çalışmalarda n-Hap içerikli diş macunu ve gargaraların remineralizasyon potansiyelinin olduğu gösterilmiştir ve diş yüzeyinde kalsiyum ve fosfatın doayunluk durumunu koruduğu düşünölmektedir (105). Bununla birlikte, çoğu Ha içerikli diş macunu flor içermez, çünkü Ha flora alternatif bir remineralizasyon ajanı olarak önerilir. Ancak florun dahil edilmesinin floroapatit oluşumu sağlayacağı için yararlı olduğu düşünölmektedir (26).

N-Hap' ın kristal birikimi ve büyümesini teşvik etme potansiyeli, DH tedavisinde dentin tübüllerini tıkamasına yönelik çalışmaların başlatılmasını sağlamıştır. Yapılan çalışmalarda n-Hap' ın, dentin tübüllerinde tıkama sağladığı ve DH tedavisinde etkili bir ajan olarak kullanılabilceği iddia edilmiştir (106). N-Hap, propolis ve potasyum nitratın karşılaştırıldığı klinik bir çalışmada; n-Hap ve propolisin sırasıyla DH tedavisi için doğal ve biyouyumlu alternatif materyaller olduğu kabul edilmiştir (107) . Amaechi ve ark. (2018) yaptıkları klinik bir çalışma sonucu % 20 n-Hap içeren topikal kremin günlük olarak uygulandığında, DH semptomlarının azaltılması için etkili bir yöntem olduğunu savunmaktadır. Bununla birlikte, hassasiyet giderici ajan olarak topikal uygulanan n-Hap 'ın etkinliğini belirlemek için daha fazla karşılaştırmalı klinik çalışmalara ihtiyaç vardır (108).

- ***Kendiliğinden Birleşen Peptidler (Self-Assembling Peptides)***

Güncel remineralizasyon yaklaşımlarında, ideal bir remineralizasyon ajanının mine matriks proteinlerine ve kristallerine benzer bir yapı oluşturabilmesi ve mineral

depozisyonu özelliklerine sahip olması yani biyomimetik remineralizasyon sağlaması ön plana çıkmaktadır (109). Biyolojik mineralizasyon ve özellikle odontogenez, mineralizasyondan önce biyolojik olarak kendiliğinden birleşen proteinleri içerir. Kendiliğinden birleşen peptid sistemi, diş hekimliğinde başlangıç çürükleri için non invaziv bir tedavi biçimi olarak kullanılmaya başlanmış ve biyomimetik mineralizasyon sağladığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (110) .

Kendiliğinden birleşen peptidler, yüzey altı mikro gözeneklere dağılır ve apatit kristalleşmesini desteklemek için proteinlerin işlevini taklit eden 3 boyutlu bir iskelet oluşturur. Oluşan bu iskelet yoluyla mineral depozisyonu sağlanmaktadır (26).

DH tedavisi için ilk kez Curodont DeSenz® adı verilen kendiliğinden birleşen peptid içeren bir ürün piyasaya sürülmüştür. Chen ve ark. (2014)'nin yaptığı bir çalışmada kendiliğinden birleşen peptid içeren jelin dentine uygulanmasının ardından dentin tübüllerindeki hidrolik iletkenlikte % 64'lük bir azalma olduğu ve dentin tübüllerinde tıkama meydana geldiği iddia edilmiştir (111). Yine, kendiliğinden birleşen peptid içeren jelin değerlendirildiği klinik bir çalışmada, jel uygulamasının periodontal tedavi sonrası oluşan DH' yi azalttığı gözlenmiştir (112).

- ***Bitkisel İçerikli Ajanlar***

Son yıllarda araştırmacılar ağız sağlığını korumak için bitkisel kaynaklı doğal ajanlara yönelmiştir. Yapılan çalışmalarda çoğu bitkisel diş macununun antiplak ve antiinflamatuvar etkileri kanıtlanmıştır (113).

Rhubarb *Rhaponicum* (Ravent), *Spinacia Oleracea* (Ispanak) ve nane gibi birçok sebzenin, oksalik asit ve oksalatlar içerdiği bilinmektedir (114). Oksalik asit; kalsiyum, magnezyum ve demir iyonları ile çözünmeyen tuzlar oluşturur. Nötr ve alkali ortamlarda, kalsiyum ve oksalat birbirlerine bağlanarak kalsiyum oksalat kristalleri oluşturabilir (115). Bu ajanların dentin tübüllerinde kalsiyum oksalat çökmesi sağlayarak hassasiyet giderici olarak kullanılabileceği düşünülmüştür fakat literatürde kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda topikal uygulanan fitokomplekslerin, DH' yi önlemede uygun olabileceği bulunmuştur (116).

HiOra-K (Himalaya Herbal Healthcare) ve Colgate Vedshakthi ticari ismiyle piyasada bulunan bitkisel içerikli diş macunlarıyla yapılan klinik çalışmalar sonucu DH tedavisinde kullanılabilecekleri iddia edilmiştir. Bu macunlar aktif bileşik olarak, doğal olarak elde edilmiş potasyum nitrat (Suryakshara) ve oksalat (Palakya) içermektedir (117,118).

Twin Lotus (aktif bileşikleri: mangosten kabuğu, hydrocotyle bitkisi, clinacanthus nutans, portakal yaprağı ve misvak özü) diş macununun potasyum nitrat içeren diş macunuyla karşılaştırıldığı bir çalışmada dentin tübülleri üzerinde kristal birikimi oluşturduğu gözlenmiş ve dentin geçirgenliği açısından aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu çalışmada Twin Lotus içeriğindeki bitkisel granüllerin, dentin tübüllerini tıkayabileceği ve ağız ortamında çözünmeye karşı dirençli olabileceği düşünülmüştür (119).

2.5. Dentine Adezyon

Günümüzde adeziv sistemlerin dentine temel bağlanma mekanizması, mikromekanik adezyon sağlayan hibrit tabakanın oluşumuna dayanmaktadır. Hibrit tabaka, ilk olarak Nakabayashi ve ark. (1988) tarafından demineralize dentin ile polimerize rezinin moleküler düzeyde karışımı olarak tanımlanmıştır. Hibrit tabaka; asit veya asidik primer uygulaması sonucu dentin demineralizasyonu sonrasında açığa çıkan kollajen fibrilleri arasındaki mikro boşluklara monomer difüzyonu ile oluşmaktadır (120). Hibrit tabakanın fiziksel ve kimyasal özelliği normal diş yapısından farklıdır. Dentine göre sertliği az olmasına rağmen asitlere dirençli ve dayanıklı bir tabakadır (121).

Demineralizasyon derinliği ve monomer difüzyon bütünlüğü hibrit tabakanın kalitesini dolayısıyla bağlanma kalitesini etkilemektedir (122). Rezin-dentin ara yüzünün stabilitesi, restorasyonların dayanıklılığı için çok önemli olduğundan günümüzde bu ara yüzün bozulmasına yol açan faktörleri kontrol etmek için farklı stratejiler geliştirilmektedir (123).

2.5.1. Dentin Yapısının Dentine Adezyondaki Etkisi

Adeziv materyallerin dentine adezyonu mineye göre nispeten zordur. Bu durum; dentin dokusunun tübüler ve hidrofilik yapısı, pulpal basınç, preparasyon sonrasında oluşan smear tabakası gibi etkenlerden kaynaklanmaktadır (124). Tübül sayısı ve tübül çapı dentin içinde değişiklik gösterdiğinden su içeriği ve geçirgenlik de dentinin her yerinde eşit değildir. Derin dentine bağlanma, intertübüler dentin alanının azalması ve buna bağlı olarak su içeriğinin artması nedeniyle yüzeyel dentinle karşılaştırıldığında çok daha zordur (125). Bununla birlikte pozitif pulpal basıncın da bağlanmayı etkilediği düşünülmektedir. Pozitif pulpal basınç, dentin yüzeyine sıvı çıkışını arttırdığından bağlanma değerlerinde azalmaya neden olmaktadır (126).

Dentin yapısında zamanla meydana gelen fizyopatolojik değişiklikler de dentine bağlanmayı etkiler. Dentin çürüğü ve yaşla birlikte sklerotik dentin oluşumu bu değişikliklere örnek verilebilir (127). Tay ve ark. (2000)' nin yaptığı çalışma sonuçlarına göre self etch bir sistemin, servikal sklerotik dentin yüzeyinde sağlam dentinle karşılaştırıldığında bağlanma değerlerinde %20 oranında bir düşüş gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak da; self etch primerin sklerotik dentinde aside dirençli hipermineralize tabakayı yeterince aşındıramaması dolayısıyla güçlü bir rezin tag oluşumunu önlemesi ve hipermineralize tabakanın altında muhtemelen remineralize olmuş, denatüre bir kollajen tabakasının varlığı gösterilmiştir (128).

Dentin çürüğü oluşum sürecinde dentin yapısı fiziksel, kimyasal ve morfolojik olarak farklılaşır. Normal dentinin su içeriği yaklaşık % 10 iken çürükten etkilenmiş dentinde bu oran % 14 ile % 53 arasında değişir (129). Çürükten etkilenmiş dentinde, dentin tübülleri içerisinde çok miktarda aside dirençli mineral bulunduğu için dentin geçirgenliği normal dentine göre azalmaktadır (130). Bu aside dirençli mineraller adeziv rezin infiltrasyonunu ve rezin tag oluşumunu engellemektedir (131). Bununla birlikte çürükten etkilenmiş dentin kısmen demineralize olduğundan, oluşan smear tabakası normal dentinden farklıdır. Çürükten etkilenmiş dentinde smear tabakası daha kalın ve normal dentine kıyasla organik bileşen açısından daha zengindir. Bu farklılıklardan dolayı çürükten etkilenmiş dentin, kullanılan adeziv sistemlerden bağımsız olarak normal dentinden daha düşük bağlanma değerleri gösterir (132).

Dentine bağlanmayı etkileyen diğer bir faktör, dentin yüzeyinde oluşan smear tabakasıdır. Smear tabakası, diş preparasyonu sonrasında diş yüzeyini kaplayan bir debris tabakası olarak tanımlanır. Diş yüzeyine yapışık bu tabaka, dentin tübüllerini 1-10µm derinliğe kadar tıkayan smear tıkaçlarını oluşturur. Fakat smear tabakası, submikron kanallarla dentin sıvısının geçmesine izin verecek şekilde gözenekli ve geçirgendir. Dentin smear tabakasının temel bileşimi hidroksiapatittir bununla birlikte denatüre kollajen de içerir. Klinik olarak, tükürük ve bakteriyle kontamine edilir (124). Yapılan çalışmalarda smear tabakasının fiziksel bir bariyer oluşturup dentin geçirgenliğini % 86 oranında azalttığı bildirilmiştir. Smear tabakası bariyerini aşmak ve diş yüzeyinde ideal bir bağlanma kuvveti ve stabilitesi sağlayabilmek için belirli bir pürüzlendirme gerekir (133). Smear tabakası kaynaklı bu zayıf bağlanmanın üstesinden gelmek için; smear tabakasını çözen (total etch) ve smear tabakasına penetrasyon sağlayan (self etch) 2 farklı strateji geliştirilmiştir (134).

2.5.2. Adeziv Sistemlerin Dentine Adezyondaki Etkisi

1955 yılında Buonocore' un asitle pürüzlendirme tekniğini tanıtmasıyla birlikte adeziv diş hekimliği keşfedilmiş ve daha sonraki gelişmelerle birlikte dental dokular ve restorasyonlar arasında güçlü bir adezyon sağlanabilmiştir. Günümüzde kullanılan adeziv sistemler, dental dokulara etki mekanizmasına ve uygulama tekniği etch&rinse göre sistemler ve self etch sistemler olmak üzere 2' ye ayrılmaktadır (133).

Etch&rinse sistemlerde; mine ve dentinde smear tabakasını kaldırmak ve yüzeysel hidroksiapatit kristallerini demineralize etmek için asit (çoğunlukla fosforik asit) kullanılır. Asitle pürüzlendirme işlemiyle minede hidroksiapatit kristalleri uzaklaştırılıp rezin infiltrasyonu için boşluklar oluşturulurken, dentinde demineralize alanlar oluşturularak kollajen açığa çıkarılır (135). Daha sonra sırayla; etanol, aseton veya su içerisinde çözülmüş reaktif hidrofilik monomerler içeren primer ve doldurucusuz veya dolduruculu hidrofobik monomer içeren adeziv rezin uygulanmasıyla monomerlerin kolajen lifleri arasına penetrasyonu sağlanır. Penetrasyon sonrası polimerizasyonla birlikte rezin taglar oluşturularak mikromekanik bağlanma gerçekleştirilir. Uygulama şekli açısından total etch sistemler; asit, primer ve adeziv rezinlerin ayrı ayrı uygulandığı 3 aşamalı ve primer ve adezivin tek şişede birleştirildiği 2 aşamalı sistemler olarak 2 ye ayrılır (136).

Etch&rinse sistemlerin dentine uygulanmasında, smear tabakasının kaldırılmasından sonra hidrofilik demineralize kolajen ağı bağlantıya katıldığı için nemli bağlanma (wet bonding) tekniği uygulanarak nemli ortama uyumlu adeziv sistemler geliştirilmiştir (137). Dentinin aşırı derecede asitlenmesi veya aşırı derecede kurutulması zayıf bağlanmaya sebep olabilir dolayısıyla nem kontrolü çok önemlidir. Dentin yüzeyinin nemli bırakılmasıyla kollajen lifleri arasındaki boşluklar suyla desteklenir ve çökelme engellenmiş olur. Uygulama aşamalarında yapılabilecek hatalardan dolayı; yetersiz rezin infiltrasyonu, hidrolitik degradasyon, desteksiz kolajen yapısı ve post operatif hassasiyet meydana gelebilir (138).

Etch&rinse sistemler dental adezyonda hala altın standart olmasına rağmen; klinik uygulamalardaki güçlük, uygulamanın fazla zaman gerektirmesi ve post operatif hassasiyet gibi problemler nedeniyle self etch adeziv sistemler geliştirilmiştir (135). Self etch adezivler, aynı anda demineralizasyon ve hibridizasyonun sağlanabilmesi için yıkama aşaması olmayan asidik monomerlerin kullanılmasını temel alan sistemlerdir. Fonksiyonel asidik monomerler; spesifik karboksilik, fosfonik veya fosfat gruplarından oluşmaktadır ve hidroksiapatit ile kimyasal olarak etkileşime girebilirler (139).

Self etch sistemlerle smear tabakasını içeren bir hibrit tabakanın elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu sistemlerde klinik uygulama süresi kısaltılmış ve bununla birlikte teknik hassasiyet yani uygulama sırasında hata yapma riski azaltılmıştır (140). Self etch sistemlerin diğer bir avantajı da demineralizasyon ve rezin infiltrasyonunun neredeyse eş zamanlı ve eşit derinliklerde olmasıdır (120).

Self etch sistemlerle yıkama ve kurutma adımlarının ortadan kaldırılması; adezyonu olumsuz etkileyebilecek aşırı nemli veya aşırı kuru dentin oluşma olasılığını azaltır. Monomerlerin iyonizasyonu ve demineralizasyonun sağlanması için asidik primerler içinde su bulunması gereklidir. Bu durum self etch sistemleri, dentindeki nem değişikliklerine karşı daha az duyarlı hale getirirken, hidrolitik degradasyonlara karşı daha hassas hale getirir (136).

Self etch adezivler pürüzlendirme derecelerine göre; kuvvetli ($\text{pH} \leq 1$), orta derece kuvvetli ($\text{pH} \sim 1,5$), hafif etkili ($\text{pH} \geq 2$), ultra hafif etkili ($\text{pH} \geq 2,5$) olarak

sınıflandırılabilir (138). Klinik uygulama aşamalarına göre ise iki aşamalı ve tek aşamalı olmak üzere 2' ye ayrılabilir. Tek aşamalı sistemler (All in one); asidik fonksiyonel monomerler, hidrofilik ve hidrofobik monomerler, su ve organik çözücülerini tek bir çözelti halinde birleştiren, iki aşamalı sistemlerden daha asidik ve son derece hidrofilik sistemlerdir. Hidrofilik olmalarından dolayı yarı geçirgen bir membran gibi davranıp polimerizasyon sonrası su absorbe etmektedirler. Bu durum ise rezin-dentin bağlarının erken hidrolitik degradasyonuna neden olur (141). Birden fazla tabaka uygulanması, dentine bağlanma kuvvetlerini önemli ölçüde artırır ve mikrosızıntıyı azaltır, bu da bu sistemlerin bazılarının dentin yüzeyini düzgün bir şekilde kaplayamadığını gösterir (142).

Tek aşamalı self etch adezivlerin dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla yeni nesil "universal" veya "multi mod" olarak adlandırılan adezivler geliştirilmiştir. Universal adezivler; klinik duruma ve hekimin tercihinine göre total etch, self etch ve minede selektif (seçici) etch olarak kullanılabilir. İçerikleri tek aşamalı self etch adezivlere benzerdir; spesifik karboksilat ve fosfat monomerlerine ek olarak metakriololoksidesil dihidrojen fosfat (10-MDP), silan, poliakrilik asit gibi monomerler ilave edilmiştir. 10-MDP gibi bazı monomerler nanolayering yoluyla iyonik olarak hidroksiapatit içindeki kalsiyum ile kimyasal olarak etkileşime girmektedir (143). Ayrıca, universal adezivler mine ve dentine bağlanmanın yanı sıra zirkonyum, metal, kompozit ve çeşitli silika bazlı seramikler gibi materyallere bağlanabilmektedir (144).

Günümüzde universal adeziv sistemlerdeki gelişmelerle birlikte kimyasal olarak polimerize olabilen iki bileşenli, tek aşamalı universal bir adeziv sistem olan Tokuyama universal adeziv sistemi piyasaya sürülmüştür. Bu adeziv sistemin yapısına yeni keşfedilmiş monomer sistemlerinden biri olan 3D SR (three-dimensional self-reinforcing monomer) katılmıştır. Bu 3D SR monomeri, polimerizasyondan sonra güçlü üç boyutlu çapraz bağlanan polimerler oluşturmanın yanı sıra diş yapısına kimyasal olarak bağlanır (145). Yoshida ve ark. (2012) bu monomerin dentin üzerinde hidrolize dirençli bir kalsiyum tuzu oluşturduğunu ve bunun bağlanma dayanımına katkı sağlayabileceğini iddia etmiştir (146). Yapılan başka bir çalışmada direkt restorasyonlar için 3D SR monomerinin, dentin yapısı ile iyi bir bağlanma

oluşturabileceği rapor edilmiştir (147). Literatürde Tokuyama universal adeziv sistemin dentine bağlanma dayanımı ile ilgili yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır (148).

2.6. Dentine Bağlanmanın İn vitro Koşullarda Değerlendirilmesi

Adeziv diş hekimliğinde, yeni geliştirilen ürünleri klinik olarak değerlendirebilmek için yapılan klinik çalışmaların; uzun zaman gerektirmesi, yüksek maliyetli olması ve standardizasyonun zorluğu nedeniyle daha çok *in vitro* laboratuvar çalışmaları tercih edilmektedir (127). Laboratuvar testleri; spesifik parametre ve özelliklerle ilgili veri elde etmekte hızlıdır, nispeten basit ve ucuz protokol ve aletlerle çalışılabilme imkanı sağlar. Fakat, ağız ortamındaki kuvvetler, termal değişiklikler, mikroorganizma ve tükürük özellikleri, laboratuvar ortamında hazırlanan örnekler tam olarak yansıtamayabilir (149).

Günümüzde adeziv sistemlerin etkinliğini değerlendirmek amacıyla en çok kullanılan testler; çekme (tensile) ve makaslama (shear) bağlanma dayanım testleridir (150). Makaslama bağlanma dayanımı testinde örnekler makine içinde sabitlenir ve materyalin bağlanma bölgesi diş yüzeyine paralel olarak belirli bir hızda hareket eden bir kuvvet tarafından kırılır. Çekme testinde ise bağlanma bölgesi diş yüzeyine dik olarak gelen bir kuvvet tarafından kırılır (127).

Kısa dönem bağlanma dayanımı çalışmaları, klinik çalışmaların sonuçlarıyla her zaman aynı olmayabilir dolayısıyla klinik durumları yansıtan uzun dönem çalışmaları yapılmalıdır. Klinik olarak yapılan çalışmalarda bütün yaşlandırma faktörleri kendiliğinden olduğundan *in vitro* testlerde, ağız ortamını taklit eden farklı yöntemlerin uygulanması amaçlanmalıdır (151).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik kurulu' nun 03.03.2020 tarihli ve 2020/40 numaralı kararıyla onaylanmıştır.

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılmak üzere 50 adet çekilmiş daimi üçüncü molar (ortodontik ve/veya periodontal nedenlerle çekilmiş, diş çürüğü, restorasyon veya endodontik tedavisi, kron kırığı, atrizyon, abrazyon, erozyon, eksternal rezorbsiyon ve gelişimsel anomalisi bulunmayan) diş bir hafta boyunca oda sıcaklığında distile suda saklandı. Dişler elmas separe yardımıyla köklerinden ayırdıktan sonra bukkal ve lingual dentin dokusunu ortaya çıkarmak amacıyla mine dokusu su soğutması altında düşük hızlı kesim cihazı (Isomet 1000, Buehler) yardımıyla uzaklaştırıldı (Şekil 3.1). Daha sonra örneklerin yüzeyleri standart bir smear tabakası elde etmek amacıyla sırasıyla 600, 800,1000 gritlik silikon karbid zımparalar ile su soğutması altında toplamda 60 sn boyunca zımparalandı. Zımpara yapılan örnekler, su altında yıkayıp hava spreyiyle hafifçe kurutuldu. Hassas dentini taklit etmek amacıyla her örnek yüzeyine 20 sn % 17 lik EDTA uygulandı. Örnekler tekrar distile su ile yıkandıktan sonra soğuk akrilikle doldurulmuş kalıplara (13*10) dentin yüzeyi dışa bakacak şekilde yerleştirildi ve her birinde 20 örnek olmak üzere rastgele 5 gruba ayrıldı (Şekil 3.2). Oluşturulan gruplar Tablo 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1: Çalışmada kullanılan kesim cihazı



Şekil 3.2: Soğuk akriliğe gömülmüş örnek diş

Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan macunlara göre oluşturulan gruplar

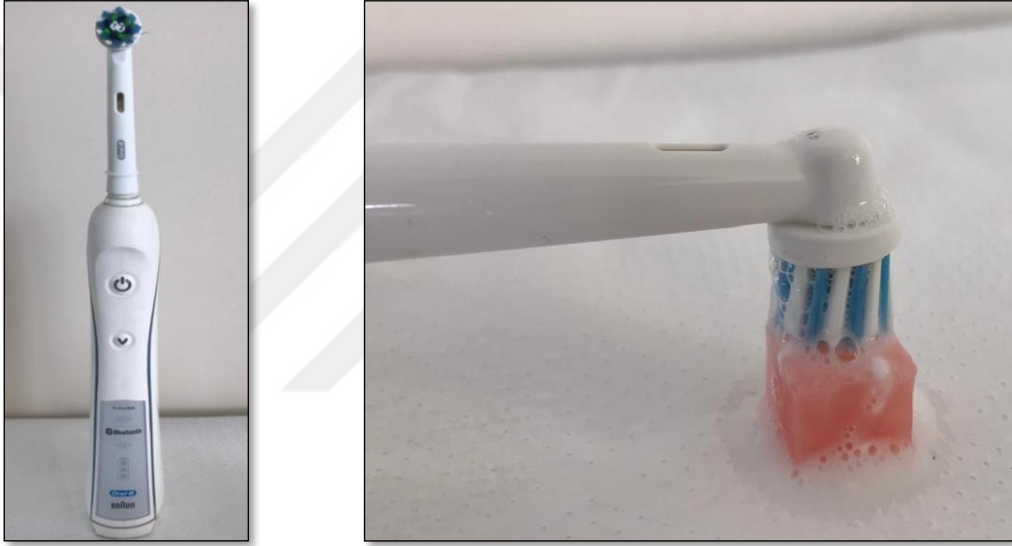
Grup Numarası	Hassasiyet Giderici Macun
1	Sensodyne Onarım ve Koruma
2	İpana Pro- Expert (Sensitive Protection)
3	Colgate Sensitive Pro-Relief
4	Prevdent Diş Macunu
5	Kontrol

3.2. Hassasiyet Giderici Macun Uygulanması

Çalışmada kullanılan hassasiyet giderici diş macunları örnek yüzeylerine şarjlı diş fırçası (Oral B Professional Care Triumph) ile standart basınç altında 14 gün boyunca günde iki kez 15 sn olmak üzere uygulandı (Şekil 3.3 ve 3.4). 2.4 N (Newton) üstünde bir kuvvet uygulanırsa diş fırçası uyarı verdi ve kendiliğinden durdu. Diş fırçasının başı örnek yüzeylerine paralel ve sabit tutuldu. Diş macunları yapay tükürük ile 1:2 oranında karıştırılarak uygulandı. Çalışmada kullanılan yapay tükürük içeriği Tablo 3.2’de verilmiştir. Örnekler tek bir uygulayıcı tarafından fırçalandı ve kontaminasyonu engellemek amacıyla 4 farklı başlık kullanıldı. Örnekler bu süreç boyunca yapay tükürük içinde bekletildi. Kontrol grubuna ise hassasiyet giderici macun uygulanmadı. Hassasiyet giderici macun uygulanan tüm örnekler 30 sn distile su ile yıkandıktan sonra 24 sa boyunca 37°C’ de yapay tükürükte bekletildi. Çalışmada kullanılan diş macunlarının kimyasal içerikleri ve üretici firma isimleri Tablo 3.3’ de verilmiştir.



Şekil 3.3: Çalışmada kullanılan diş macunları



Şekil 3.4: Çalışmada kullanılan şarjlı diş fırçası ve örneğin fırçalanması

Tablo 3.2: Çalışmada kullanılan yapay tükürük bileşimi

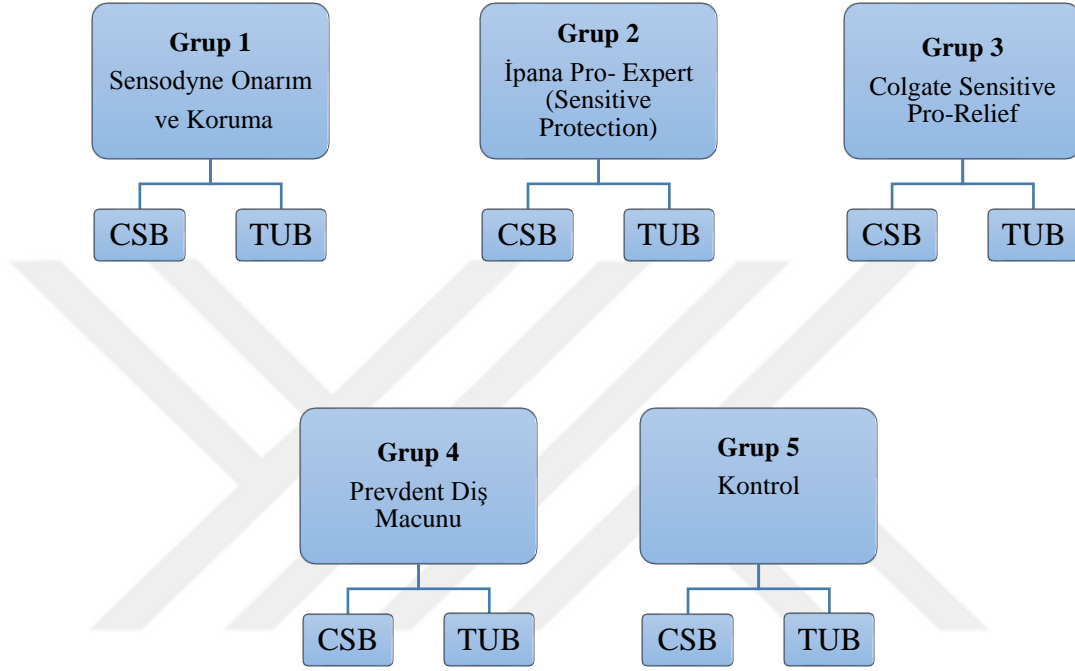
İçerik	Miktar
Potasyum Dihidrojen Fosfat	1.361g/L
Sodyum Klorit	0.759g/L
Kalsiyum Klorit Dihidrat	0.441g/L
Sodium Azide	0.2g
Potasyum Klorit	2.236g/L

Tablo 3.3: Çalışmada kullanılan diş macunu içerikleri ve üretici firma isimleri

Hassasiyet Giderici Macun	İçerik	Üretici Firma
Sensodyne Onarım ve Koruma	Glycerin, PEG-8, Hydrated Silica, Calcium Sodium Phosphosilicate (%5 Novamin), Cocamidopropyl Betaine, Sodium Methyl Cocoyl Taurate, Titanium Dioxide, Aroma, Carbomer, Sodium Saccharin, Limonene. Sodium Fluoride (1450 ppm)	GlaxoSmithKline, Ireland
İpana Pro-Expert (Sensitive Protection)	Aqua, Sorbitol, Hydrated Silica, Sodium Lauryl Sulfate, Sodium Gluconate, Carrageenan, Aroma, Xanthan Gum, Zinc citrate, Cl 77891, Stannous Fluoride (1100ppm), Sodium Hidroxiide, Stannous Chloride, Sodium Saccharin, Glycerin, Sodium Hexametaphosphate, Sodium Fluoride (350ppm), Sucralose, Citric acid, Sodium Citrate, Sodium Benzoate, Potassium Sorbate	Procter&Gamble Manufacturing GmbH, Germany
Colgate Sensitive Pro Relief	%8 Arginine, Calcium Carbonate, Aqua, Sorbitol, Aroma, Poloxamer 407, Cocamidopropyl betaine, Zinc oxide, Zinc citrate, Sodium Monofluorophosphate, Cellulose Gum, Sodium Bicarbonate, Tetrasodium Pyrophosphate, Sodium Saccharin, Benzyl Alcohol, Xanthan Gum, Sucralose, Limonene, Cl 77891.	Colgate-Palmolive Co, Poland
Prevdent Diş Macunu	Water, Hydrated Silica, Sorbitol, Glycerin, Xylitol, Potassium Nitrate, Nano-Hydroxyapatite, Magnesium Aluminum Silicate, Mentha Piperita Oil, Sodium Lauroyl Sarcosinate, Xanthan Gum, Phenoxyethanol, Potassium Chloride, Sodium Sulfate, Sodium Saccharin, Linalool, Limonene, Cl 77891.	Prevdent, Netherland

3.3. Adeziv Sistemlerin Uygulanması

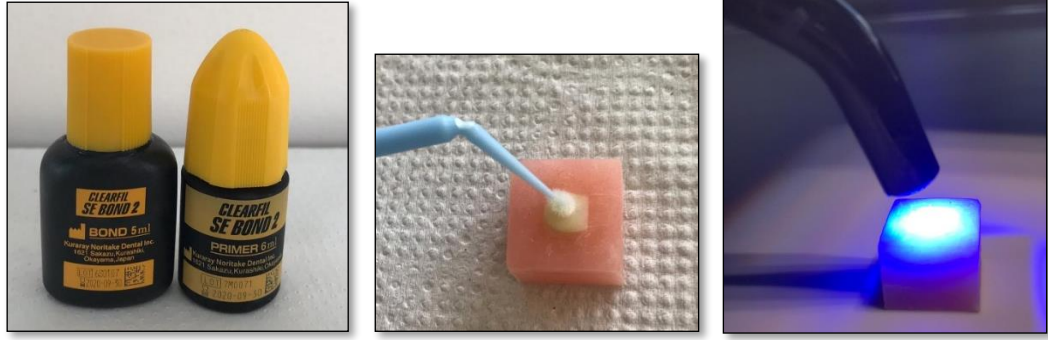
Hassasiyet giderici macun uygulamasını takiben her grup; 2 aşamalı self etch bir sistem olan Clearfil SE-Bond (Kuraray, Japonya) ve self cure universal bir adeziv olan Tokuyama universal bond (Tokuyama, Japonya) uygulanmak üzere 2 alt gruba ayrıldı (n:10) (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Örneklerin alt gruplara ayrılması

(CSB: Clearfil SE-Bond, TUB: Tokuyama universal bond)

Çalışmada kullanılan adeziv sistemlerin kimyasal içerikleri ve uygulama talimatları Tablo 3.4' te verilmiştir. Clearfil SE-Bond alt grupları için adeziv sistem uygulama talimatlarına göre uygulandı ve 10 sn boyunca Led ışık cihazı (Woodpecker, 1200 mw /cm) ile polimerize edildi (Şekil 3.6). Tokuyama universal bond alt grupları için adeziv sistem uygulama talimatlarına göre uygulandı (Şekil 3.7).



Şekil 3.6: Çalışmada kullanılan Clearfil SE-Bond adeziv sistemi ve uygulanması



Şekil 3.7: Çalışmada kullanılan Tokuyama universal bond adeziv sistemi ve uygulanması

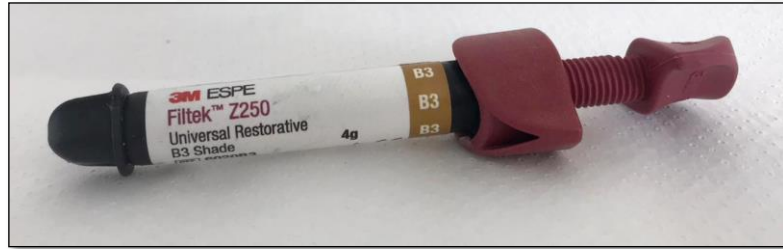
Tablo 3.4: Çalışmada kullanılan adeziv sistemlerin içerikleri ve uygulama talimatları

Adeziv Sistem	İçerik	Üretici Firma	Uygulama talimatı	Lot No.
Clearfil SE- Bond	Primer: MDP, HEMA, Dimetakrilatlar, Di-kamforokinon, N, N: Dietanol-p-toluidin, su. Bond: MDP, BisGMA, HEMA, Dimetakrilatlar, Di-kamforokinon, N-N Dietanol-p-toluidin, silanize kolloidal silika.	Kuraray, Kurashiki, Japan	Primer 20 sn boyunca dış yüzeyine uygulanır. 5 sn hafif hava ile kurutulur. Daha sonra 10 sn boyunca bond uygulanır. 5 sn boyunca kuvvetli hava ile kurutulur. 10 sn ışık ile polimerize edilir.	000065
Tokuyama Universal Bond	A: Metakrilat monomerleri, fosforik asit monomer (3D SR), Bis-GMA, TEGDMA, HEMA, MTU-6, aseton. B: Silan kaplama ajanı, peroksit, borat katalist, su, izopropil alkol.	Tokuyama, Japan	A ve B şişelerinden birer damla damlatılıp karıştırılır ve dış yüzeyine 20 saniye ovalayarak uygulanır. 5 sn hava ile kurutulur.	066EZ9

Örneklerin yüzeylerine adeziv uygulamasının ardından 4 mm yüksekliğindeki ve 3 mm çapındaki silindir şeklinde plastik kalıplar kullanılarak bütün örneklerin dentin yüzeyine tutturularak mikrohibrit universal bir kompozit rezin olan Filtek Z 250 (B3, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) uygulama talimatlarına göre uygulandı. İnkremental teknikle yerleştirilen kompozit rezinler 40 sn Led ışık cihazı (Woodpecker, 1200 mw /cm) ile polimerize edildi (Şekil 3.8). Çalışmada kullanılan kompozit rezin içeriği ve uygulama talimatı Tablo 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.8: Kompozit rezin bağlanmış diş örneği



Şekil 3.9: Çalışmada kullanılan kompozit rezin

Tablo 3.5: Çalışmada kullanılan kompozit rezin içeriği ve uygulama talimatı

Kompozit Resin	İçerik	Üretici Firma	Uygulama Talimatı	Lot No.
Filtek Z250 Mikro hibrit universal kompozit	BisEMA, BisGMA, TEGDMA, UDMA, Zirkonya, Silika, Kamforokinon. Doldurucu oranı ağırlıkça: % 82 Hacimce: % 60	3M ESPE, St Paul, MN, USA	2 mm'yi geçmeyecek şekilde tabakalama tekniğiyle uygulanır. 20 sn ışıkla polimerize edilir.	NA47392

3.4. Makaslama Bağlanma Dayanım Testinin Uygulanması

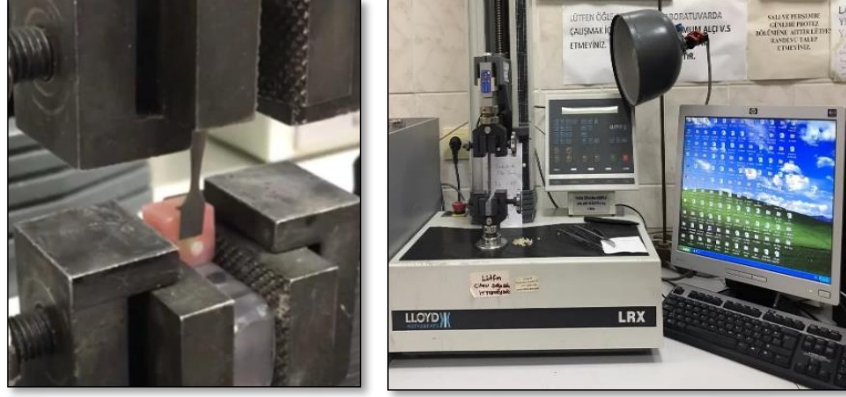
Örnekler makaslama bağlanma dayanımı testinden önce termal siklus cihazı (SD Mechatronik Thermocyclers, Germany) ile toplam 5.000 döngü (5-55 °C, bekleme süresi: 25 sn, transfer süresi: 10 sn) olacak şekilde yaşlandırıldı (Şekil 3.10).



Şekil 3.10: Kullanılan termal siklus cihazı

Yaşlanma prosedüründen 24 saat sonra, makaslama bağlanma dayanımı testi universal test cihazı (Universal Testing Machine LRX, Lloyd, İngiltere) kullanılarak yapıldı. Dentin örnekleri test cihazına sabitlenerek cihazın hızı 1 mm/sn olmak üzere ayarlandı. Kırma aparatı kompozit dentin ara yüzüne dik gelecek şekilde akrilik

yüzeye paralel olarak yerleştirildi ve örnekler makaslama bağlanma dayanımı testine tabi tutuldu (Şekil 3.11). Test sonucu elde edilen değerler megapascal (MPa) cinsinden hesaplandı.

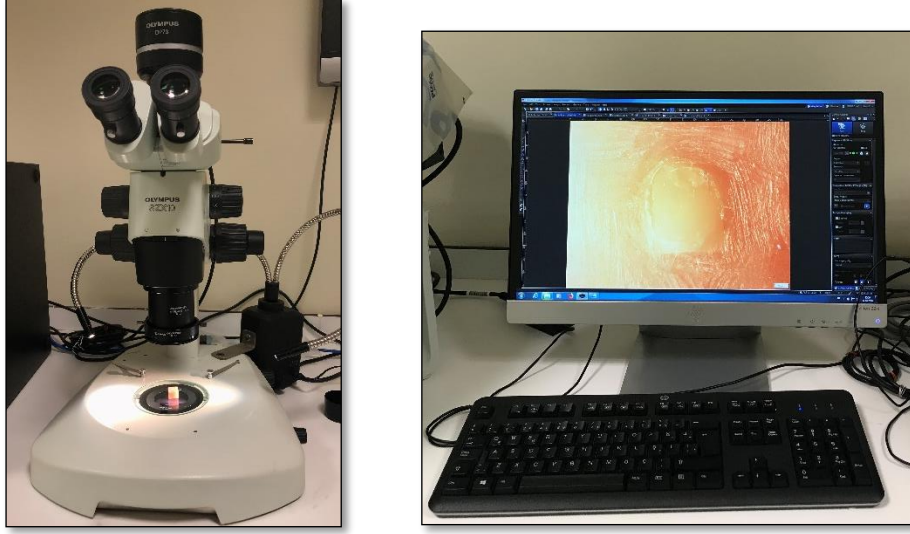


Şekil 3.11: Makaslama bağlanma dayanımı testi uygulanması ve kullanılan test cihazı

3.5. Başarısızlık Tiplerinin İncelenmesi

Bağlanma dayanımı testinden sonra örneklerin kopma yüzeyleri Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Endüstriyel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi (BETUM)'nde stereomikroskop (Olympus, SZX10, Japonya) kullanılarak X40 büyütme ile incelenip farklı kopma tiplerine göre bağlanma başarısızlıkları belirlendi (Şekil 3.12). Kopma tiplerinin belirlenmesinde;

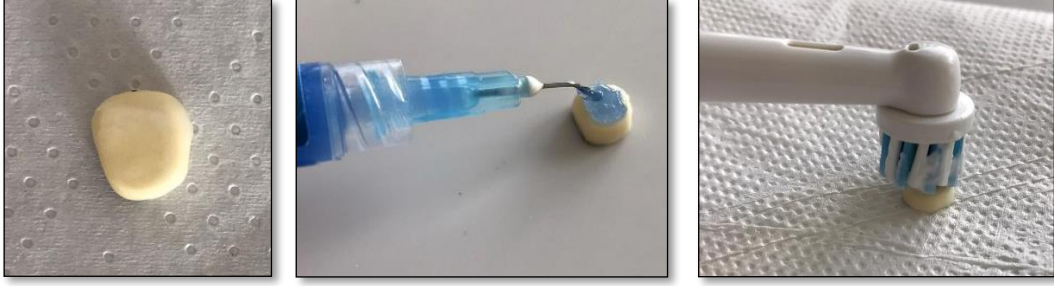
- Adeziv başarısızlık (adeziv ara yüzde oluşan kopma)
- Dentin koheziv başarısızlık (dentin yüzeyinde oluşan kopma)
- Resin koheziv başarısızlık (kompozit resin yüzeyinde oluşan kopma)
- Miks başarısızlık (aynı yüzeyde hem adeziv hem koheziv kopma) sınıflaması kullanıldı (152).



Şekil 3. 12: Örneklerin kopma yüzeylerinin stereomikroskopta incelenmesi

3.6. Kullanılan Diş Macunlarının Dentin Tübülü Tıkama Etkinliği Açısından SEM ile İncelenmesi

SEM incelemelerinde kullanılmak üzere yeni dentin örnekleri hazırlandı. Dört farklı hassasiyet giderici macun ve kontrol grubu olmak üzere toplam 5 grup için 10 adet örnek hazırlandı. Okluzal mine dokusu uzaklaştırılan ve dentin yüzeyi açığa çıkarılan örnekler sırasıyla 600, 800, 1000 gritlik silikon karbid zımparalar ile su altında toplam 60 sn boyunca zımparalandı. Zımparalanan örnekler distile su ile yıkayıp hava spreyiyle kurutulduktan sonra dentin tübüllerini açığa çıkarmak amacıyla 30 sn % 37' lik fosforik asitle asitlendi. Asitleme işleminden sonra örnekler tekrar distile su ile yıkayıp kurutuldu. Dört farklı hassasiyet giderici macun elektrikli diş fırçası (Oral B Professional Care Triumph) ile standart basınç altında 14 gün boyunca günde iki kez olmak üzere her örnek yüzeyine 15 sn boyunca uygulandı (Şekil 3.13). Kontrol grubuna herhangi bir macun uygulanmadı. Macun uygulamasından sonra örnekler 30 sn boyunca distile su ile yıkandı ve 24 sa boyunca yapay tükürük içinde bekletildi.



Şekil 3.13: SEM incelemelerinde kullanılmak üzere örneklerin hazırlanması

Hazırlanan örnekler kurutulduktan sonra, dentin tübüllerini tıkama bakımından incelenmek üzere İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Merkez Laboratuvarında bulunan SEM cihazı (Zeiss Sigma 300 VP) ile herhangi bir kaplama işlemi uygulanmadan 15.00 kV ivme voltajında X2000 büyütmeyle incelendi (Şekil 3.14).



Şekil 3.14: Çalışmada kullanılan SEM cihazı

3.7. Bağlanma Dayanımı Testi Sonuçlarının İstatistiksel Analizi

Yapılan ęalıřma sonucu elde edilen değerlerin analizi bir istatistik paket programı (SPSS, 25.0) kullanılarak yapıldı. Faktörler arasındaki etkileşim (ortak) etkisini incelemek amacıyla İki Yönlü Varyans Analizi (Two-Way ANOVA) kullanıldı. Adezivler açısından gruplar arası bağlanma dayanımı yönünden farklılıklar Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) ile değerlendirildi. İstatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu durumlarda farkın hangi grup veya gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla post hoc Tukey testi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi (p) 0,05 olarak alındı ve $p \leq 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi Bulguları

Çalışmada kullanılan dört farklı diş macununun adeziv sisteme göre dentine makaslama bağlanma dayanımı değerleri Tablo 4.1' de gösterilmiştir.

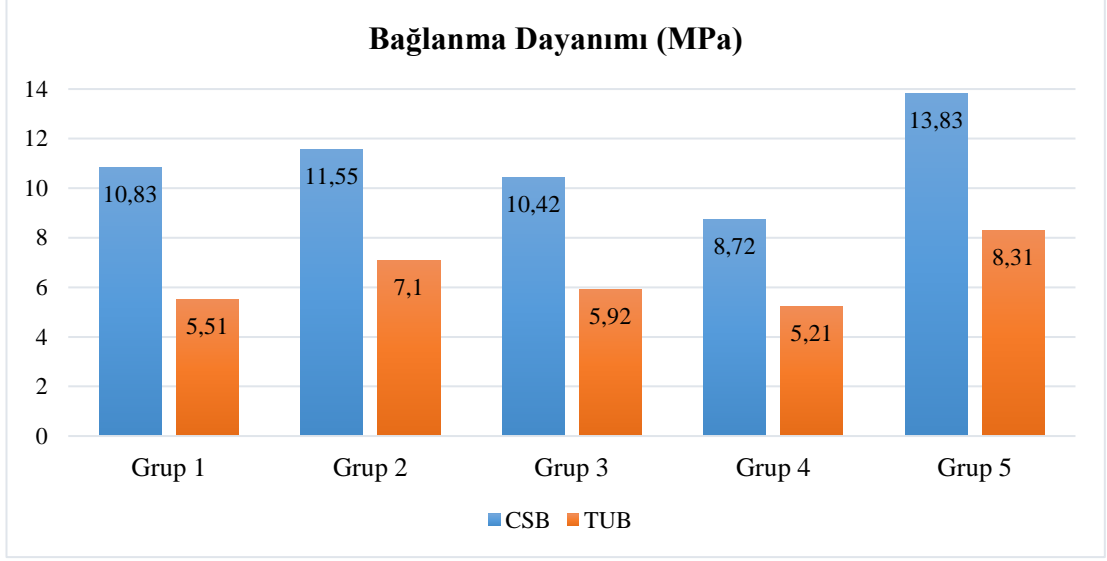
Tablo 4.1: Diş macunu ve adeziv sisteme göre ortalama makaslama bağlanma dayanımı ve standart sapma değerleri

(Ort: Ortalama , SS: Standart Sapma)

Gruplar	Clearfil	Tokuyama
	SE-Bond	Universal Bond
	Ort (MPa) (SS)	Ort (Mpa) (SS)
Grup 1: Sensodyne Onarım ve Koruma	10,83 (\pm 3,49) ^{A,ab}	5,51 (\pm 1,82) ^{B,a}
Grup 2: İpana Pro- Expert (Sensitive Protection)	11,55 (\pm 3,08) ^{A,ab}	7,10 (\pm 1,86) ^{B,ab}
Grup 3: Colgate Sensitive Pro-Relief	10,42 (\pm 3,54) ^{A,ab}	5,92 (\pm 1,82) ^{B,a}
Grup 4: Prevdent Diş Macunu	8,72 (\pm 2,55) ^{A,a}	5,21 (\pm 1,37) ^{B,a}
Grup 5: Kontrol	13,83 (\pm 2,88) ^{A,b}	8,31 (\pm 1,62) ^{B,b}

Satır olarak bakıldığında ^{A,B} harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir (p \leq 0,05).

Sütun olarak bakıldığında ^{a,b} harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir (p \leq 0,05).



Şekil 4.1: Adeziv sisteme göre grupların bağlanma dayanımı değerleri

Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda kullanılan diş macunu ve adeziv sistem ayrı ayrı istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmuştur ($p \leq 0,05$) (Tablo 4.2). Fakat diş macunu ve adeziv sistem birlikte değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p \geq 0,05$) (Tablo 4.2). Tüm gruplar arasında en yüksek ortalama bağlanma dayanımı değeri Grup 5'in Clearfil SE-Bond alt grubunda gözlenirken (13,83 Mpa); en düşük ortalama bağlanma dayanımı değeri ise Grup 4'ün Tokuyama universal bond alt grubunda gözlenmiştir (5,21 Mpa). Clearfil SE-Bond kullanılan tüm alt gruplar, Tokuyama universal bond kullanılan alt gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir ($p \leq 0,05$) (Tablo 4.1).

Clearfil SE-Bond kullanılan alt gruplarda post hoc Tukey Testi kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda sadece Grup 4 Grup 5'e göre anlamlı derecede düşük bağlanma dayanımı göstermiştir. Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p \geq 0,05$) (Tablo 4.1).

Tokuyama universal bond kullanılan alt gruplarda post hoc Tukey Testi kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda ise Grup 1,3,4 Grup 5'e göre anlamlı derecede düşük bağlanma dayanımı gösterirken ($p \leq 0,05$) Grup 2 tüm gruplarla benzer bulunmuştur ($p \geq 0,05$). Adeziv sisteme göre oluşturulan alt grupların ikili karşılaştırmalara göre anlamlılık düzeyleri Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.2: İki yönlü ANOVA testi sonucu etkileşim tablosu

Kaynak	Tip 3 Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p değeri
Corrected model	747,061 ^a	9	83,007	12,998	,000
Intercept	7647,234	1	7647,234	1197,474	,000
Diş macunu	191,467	4	47,867	7,495	,000
Adeziv	542,872	1	542,872	85,008	,000
Diş macunu *Adeziv	12,722	4	3,180	,498	,737
Hata	574,752	90	6,386		
Toplam	8969,047	100			

a. R Kare = ,565 (Düzeltilmiş R Kare = ,522)

Tablo 4.3: Adeziv sisteme göre oluşturulan alt grupların ikili karşılaştırmalara göre anlamlılık düzeyleri

(*: İstatistiksel olarak farklılığı göstermektedir $p \leq 0,05$)

Clearfil SE-Bond

Gruplar	Anlamlılık Düzeyi
Grup 1 - Grup 2	0,986
Grup 1 - Grup 3	0,998
Grup 1 - Grup 4	0,565
Grup 1 - Grup 5	0,223
Grup 2 - Grup 1	0,986
Grup 2 - Grup 3	0,927
Grup 2 - Grup 4	0,274
Grup 2 - Grup 5	0,491
Grup 3 - Grup 1	0,998
Grup 3 - Grup 2	0,927
Grup 3 - Grup 4	0,744
Grup 3 - Grup 5	0,126
Grup 4 - Grup 1	0,565
Grup 4 - Grup 2	0,274
Grup 4 - Grup 3	0,744
Grup 4 - Grup 5	0,006 *
Grup 5 - Grup 1	0,223
Grup 5 - Grup 2	0,491
Grup 5 - Grup 3	0,126
Grup 5 - Grup 4	0,006 *

Tokuyama Universal Bond

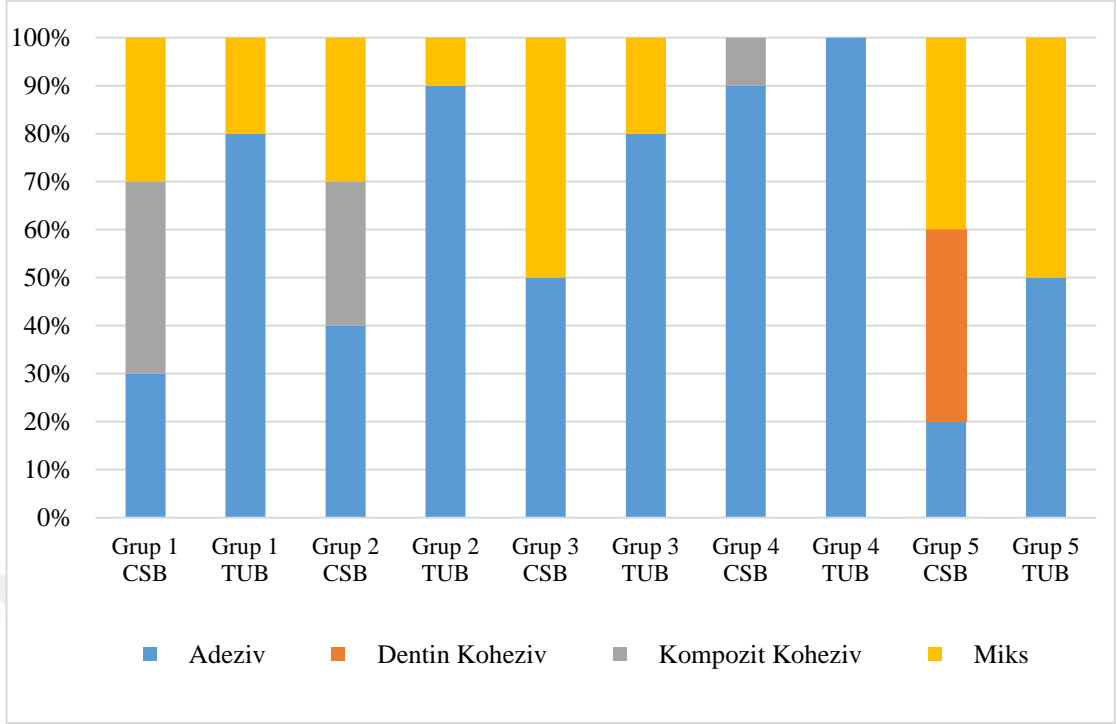
Gruplar	Anlamlılık Düzeyi
Grup 1 - Grup 2	0,252
Grup 1 - Grup 3	0,984
Grup 1 - Grup 4	0,994
Grup 1 - Grup 5	0,006 *
Grup 2 - Grup 1	0,252
Grup 2 - Grup 3	0,544
Grup 2 - Grup 4	0,116
Grup 2 - Grup 5	0,516
Grup 3 - Grup 1	0,984
Grup 3 - Grup 2	0,544
Grup 3 - Grup 4	0,882
Grup 3 - Grup 5	0,025 *
Grup 4 - Grup 1	0,994
Grup 4 - Grup 2	0,116
Grup 4 - Grup 3	0,882
Grup 4 - Grup 5	0,002 *
Grup 5 - Grup 1	0,006 *
Grup 5 - Grup 2	0,516
Grup 5 - Grup 3	0,025 *
Grup 5 - Grup 4	0,002 *

4.2. Başarısızlık Tiplerinin Değerlendirilmesi

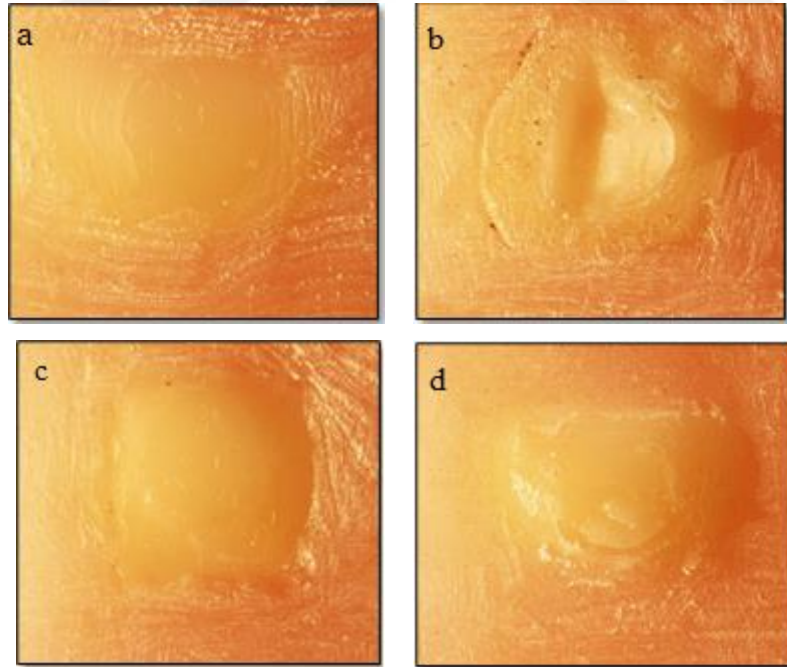
Örneklerin kopma yüzeylerinin analizi ve kopma yüzeylerinin başarısızlık tiplerine göre yüzde olarak dağılımı Tablo 4.4’ te ve Şekil 4.2’ de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda grupların TUB alt gruplarında çoğunluğu adeziv tip olmak üzere adeziv ve miks tip başarısızlık gözlenmiş koheziv tip başarısızlığa ise rastlanmamıştır. CSB alt gruplarında ise Grup 4 haricinde çoğunlukla miks ve koheziv tip başarısızlık, Grup 4’te ise çoğunlukla adeziv tip başarısızlık gözlenmiştir. Kopma tiplerine göre örnek görüntüleri Şekil 4.3’ te verilmiştir.

Tablo 4.4: Grupların kopma tiplerine göre analizi

Gruplar		Kopma Tipleri			
		Adeziv	Dentin Koheziv	Kompozit Koheziv	Miks
Grup 1	CSB	3	-	4	3
	TUB	8	-	-	2
Grup 2	CSB	4	-	3	3
	TUB	9	-	-	1
Grup 3	CSB	5	-	-	5
	TUB	8	-	-	2
Grup 4	CSB	9	-	1	-
	TUB	10	-	-	-
Grup 5	CSB	2	4	-	4
	TUB	5	-	-	5



Şekil 4.2: Gruplara göre kopma tiplerinin dağılımı

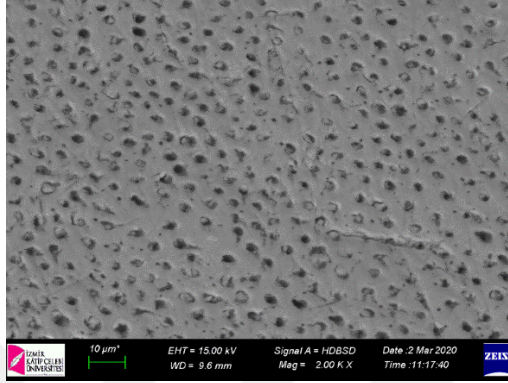


Şekil 4.3: Kopma tiplerine göre stereomikroskop görüntüleri

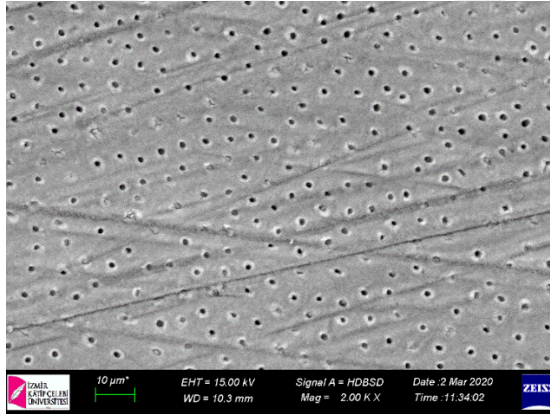
a)Adeziv kopma (Grup 4 TUB) b)Dentin koheziv kopma (Grup 5 CSB) c)Kompozit koheziv kopma(Grup 1 CSB) d)Miks kopma (Grup 5 TUB) .

4.3. SEM Analizi Bulguları

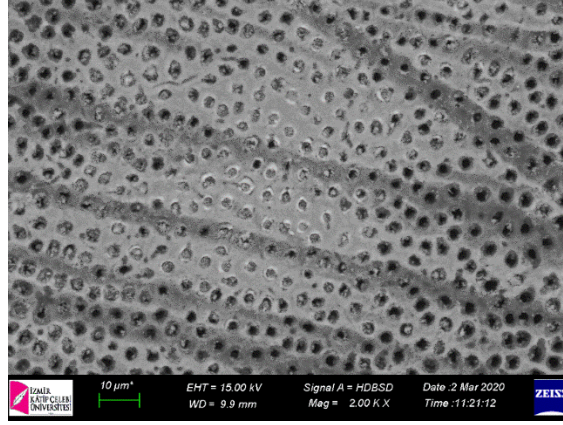
Kullanılan diş macunlarının tübül tıkama etkinliği SEM cihazında X2000 büyütme ile değerlendirildi. Gruplar arasında en fazla tübül tıkama Grup 4' te, en az tıkama ise Grup 2' de gözlenmiştir.



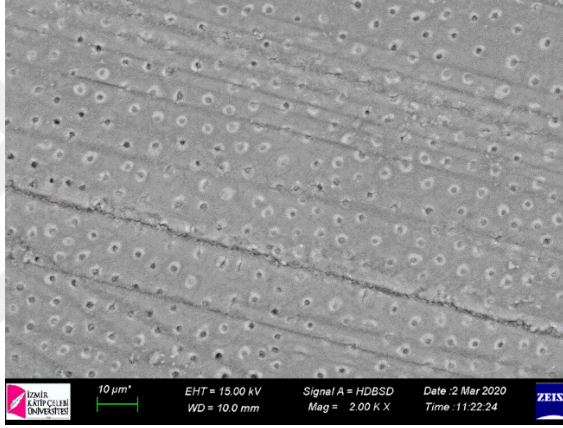
şekil 4.4: Sensodyne Onarım ve Koruma (Grup 1) ile firęalanan örneğin dentin tübül görüntüsü (X 2000).



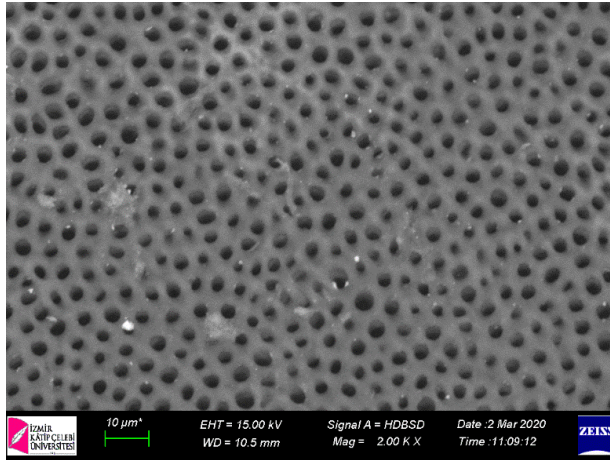
şekil 4.5: İpana Pro- Expert (Sensitive Protection) (Grup 2) ile firęalanan örneğin dentin tübül görüntüsü (X 2000).



Şekil 4.6: Colgate Sensitive Pro-Relief (Grup 3) ile fırçalanan örneğin dentin tübül görüntüsü (X2000).



Şekil 4.7: Prevdent Diş Macunu (Grup 4) ile fırçalanan örneğin dentin tübül görüntüsü (X2000).



Şekil 4.8: Herhangi bir macun uygulanmayan (Grup 5) kontrol grubu dentin görüntüsü (X2000).

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışmanın Planlanması

Günümüzde birçok hasta genellikle termal (soğuk en yaygın tetikleyici), dokusal, ekşi veya tatlı gibi çeşitli uyaranlara karşı hassasiyet hissettiklerinde, ağrılarını geçirmek amacıyla diş hekimlerine başvurup çözüm arayışı içine girmektedir (3). DH uyarıyla başlamasına rağmen kronik bir ağrı durumu olarak kabul edilebilir. Bunu göz önünde bulundurarak, klinisyenlerin DH tedavisi için stratejiler geliştirmesi ve böylece bireylerin yaşam kalitelerini iyileştirmeleri gerekmektedir (153).

DH mekanizmasında hidrodinamik teorisinin kabul görmesiyle birlikte, tedavi amacıyla hekim tarafından veya hastaların kendi uygulayabilecekleri hassasiyet giderici ajan uygulamaları yaygınlaşmıştır. Bu ajanları kullanmanın temel hedefi; dentin tübüllerinin tıkanması veya örtülmesiyle tübül içindeki sıvı hareketini azaltmak ya da sinir duyarlılığını azaltarak uyaranlara karşı oluşan cevabı değiştirmektir (61). Fakat DH için altın standart tedavi yöntemi henüz oluşturulmamıştır (154).

DH' ye yönelik çalışmalar, özellikle gönüllülerin seçimi ve takip süresi ile ilgili olarak, yöntemler açısından yüksek derecede heterojenlik göstermektedir. Bu farklılıklar ve çalışılan ajanların çeşitliliği; sonuçların yorumlanmasını zorlaştırır. Yeterli sayıda birey ve yeterli takip aralıkları ile randomize kontrollü klinik çalışmaların sayısı hala düşüktür. Hassasiyet yönetimi ile ilgili yapılan klinik çalışmalarda hasta faktörü etkili olduğundan çıkan sonuçlarda güçlü bir plasebo etkisi bildirilmiştir (153). Hasta faktörünü elimine eden *in vitro* çalışmalarla daha doğru sonuçlar ortaya konabilir. Bu nedenle çalışmamız *in vitro* olarak planlanmış ve çalışmamızda insan dışından elde edilmiş dentin örnekleri kullanılmıştır. Dentin örnekleri üzerinde standart bir smear tabakası oluşturmak için daha önce yapılmış çalışmalarla uyumlu olarak sırasıyla 600, 800, 1000 gritlik silikon karbid zımparalar kullanılmıştır (155,156).

In vitro olarak yapılan çalışmalarda dentin örnekleri üzerinde dentinin morfolojik özelliklerinin incelenmesi taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak yapılmaktadır (157). Çalışmamızda kullandığımız hassasiyet giderici diş

macunlarının dentin tübülü yapısında meydana getirdiği değişiklikler SEM analizi ile değerlendirilmiştir.

DH ile ilgili yapılan araştırmalar sonucu, hassas olan dişlerde normal dişlere göre dentin tübülü sayısının ve çapının arttığı gözlenmiştir. Bu sonuçlar, daha fazla sayıda ve daha geniş dentin tübülü varlığında uyarı ve ağrı iletiminin artacağı görüşünü desteklemiştir (3,18). Literatürde hassasiyet giderici ajanların etkilerinin incelendiği *in vitro* alışmalarda hassas dentini taklit etmek ve yüzeyde oluşan smear tabakasını kaldırmak amacıyla farklı sürelerde ve konsantrasyonlarda çeşitli solüsyonlar kullanıldığı bildirilmektedir. EDTA (Etilendiamin tetraasetik asit), sitrik asit, fosforik asit bu solüsyonlara örnek gösterilebilir (75,158,159) . Çalışmamızda bu amaçla, dentin tübülü tıkama açısından SEM analizi için oluşturduğumuz dentin örneklerine 30 sn % 37'lik ortofosforik asit uygulanmıştır. Bağlanma dayanımı testi için elde ettiğimiz dentin örneklerine ise bağlanma kuvvetini etkilememesi amacıyla ortofosforik asit yerine daha zayıf asidik özelliği olan % 17'lik EDTA kullanılmıştır.

DH tedavisinde ilk olarak hastalara genellikle invaziv olmayan, kolayca ulaşabilecekleri ve fiyat performans açısından iyi sayılabilecek eczanelerde satılan rnler (OTC) tavsiye edilir ve hastalar bunları kendileri uygulayabilirler. Evde uygulanabilen bu ürünler; diş macunları, ağız yıkama solüsyonları ve sakızlardır. Bunlar arasında en yaygın kullanılanı çeşitli içeriklere sahip hassasiyet giderici diş macunlarıdır (25). Hassasiyet için kullanılan diş macunları genellikle; stronsiyum klorür, potasyum nitrat, sodyum sitrat, sodyum florür, sodyum monoflorofosfat ve stannöz florid gibi çeşitli bileşikler içerir.

Gelişen teknolojiyle birlikte son zamanlarda hassasiyet giderici ajan olarak pro-arjin, hidroksiapatit, nanohidroksiapatit, kalsiyum sodyum fosfo silikat (biyoaktif cam), kendiliğinden birleşen peptid, trikalsiyum fosfat gibi bileşikler kullanılmaktadır (160). Son dönemlerde hassasiyet giderici diş macunlarının etkinliğinin araştırıldığı sistematik derleme ve meta analiz çalışmalarında; arjinin, kalsiyum sodyum fosfo silikat, nanohidroksiapatit, potasyum ve stronsiyum içeren diş macunlarının kontrol gruplarıyla kıyaslandığında DH' nin azaltılmasında klinik olarak etkili olabileceği rapor edilmiştir (154,161–163). Bu nedenle alışmamızda DH tedavisinde son dönemde yaygın olarak kullanılan ve etkili olduğu iddia edilen; biyoaktif cam içerikli

Sensodyne Onarım ve Koruma, arjinin içerikli Colgate Sensitive Pro-Relief ve nanohidroksiapatit içerikli Prevdent diş macunu ve stannöz florid içerikli İpana Pro-Expert (Sensitive Protection) kullanılmıştır.

Hastalara önerilen OTC ürünlerinin kullanımı genellikle 2-4 hafta ile sınırlıdır (25). Bu yüzden çalışmamızda kullanılan diş macunları 14 gün boyunca günde 2 kere 15 sn olmak üzere uygulanmıştır. Çalışmamızda standardizasyonu sağlamak amacıyla diş macunları şarjlı bir diş fırçası (Oral B Professionel Care Triumph) ile 5 farklı modundan hassas modu kullanılarak, standart başlık ile tek bir uygulayıcı tarafından uygulanmıştır. Herhangi bir kontaminasyonu engellemek amacıyla her farklı macun kullanımında başlıklar değiştirilmiştir. Literatüre baktığımızda *in vitro* olarak yapılan çalışmalarda, diş fırçalama yükünün ISO standartlarına göre 50 ila 250 gram arasında tutulduğu görülmüştür (164). Çalışmamızda kullandığımız diş fırçası 2,4 N (240 gram) üzerinde bir kuvvet uygulandığında ışıkla uyarı verip kendiliğinden durmakta ve kullanılan fırçalama yöntemi hassasiyet giderici diş macunlarıyla ilgili literatürdeki diğer çalışmalarla uyum göstermektedir (165,166).

Çalışmamızda kullanılan dentin örnekleri 14 gün boyunca her fırçalamadan sonra, uyguladığımız hassasiyet giderici ajanların ağız ortamındaki etkilerini değerlendirmek amacıyla 37°C'de yapay tükürük içinde bekletilmiştir. 14 günün sonunda fırçalanan örneklerle adeziv uygulaması 24 sa sonra yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda yapay tükürük, dentin tübüllerindeki bazı partikülleri çözebilir ve dentinin daha geçirgen olmasına neden olabileceği bildirilmiştir. Diğer yandan yapay tükürükteki Ca ve fosfat iyonları dentin tübüllerine nüfuz edebilir ve hidroksiapatit olarak çökebilir, bu da geçirgenliğin azalmasına neden olabilir (167,168). Fakat 24 sa remineralizasyon etkisini değerlendirmek için yeterince uzun değildir, çünkü böyle kısa bir sürede kararlı çökelti oluşmayabilir. Bu yüzden 24 sa uygulamada bu etki görülmemektedir (169,170).

Hassasiyet tedavisinde kullanılan ajanların etkili olmaması veya diş yüzeyinde geniş madde kayıpları olduğu durumlarda invaziv bir tedavi alternatifi olarak kompozit rezinler veya cam iyonomer simanlar gibi restoratif materyaller kullanılması gerekebilir (61). DH tedavisinde adeziv sistemler uzun yıllardır kullanılmaktadır. Adeziv sistemler, dentin kanal ağızlarında oluşturdukları hibrit tabaka sayesinde

kanalların tamamen örtülmesini sağlarlar böylece uyarı iletimi engellenir. Bu amaçla kullanılan adeziv sistemler, kısa vadeli etkiye sahip diğer lokal ajanların aksine, uzun süreli bir etkiye sahiptir (11,14). Yeni geliştirilen adeziv sistemlerde smear tabakası hibrit tabakaya dahil edilmiştir. Böylece bu sistemlerin DH' ini önleyebileceği iddia edilmiştir (25,35).

Adeziv sistemler uygulanmadan önce kullanılan hassasiyet giderici ajanlar, dentinin morfolojik özelliklerini değiştirebileceğinden sonrasında yapılacak olan restorasyonların dentine bağlanmasını etkileyebilirler. Bu nedenle kullanılan ajanların dentinde meydana getirebilecekleri değişiklikler ve rezin-dentin bağlanmasına olan etkileri, klinik uygulamalar için önemli olabileceğinden iyi bilinmelidir. Bu konuda literatürde çelişkili sonuçlar bulunmaktadır (166,171,172) .

Hassasiyet giderici ajanların bağlanma dayanımına etkisinin araştırıldığı son dönem çalışmalarına baktığımızda, çoğunlukla self etch adeziv sistemler kullanıldığından, çalışmamızda iki aşamalı self etch bir adeziv olan ve altın standart olarak kabul edilen Clearfil SE-Bond ve yeni geliştirilmiş self cure universal bir adeziv olan Tokuyama Universal bond tercih edilmiştir (158,166,173) .

Gelişen teknolojiyle birlikte son dönemlerde universal adeziv kullanımı yaygınlaşmakta ve bu konuda birçok çalışma yapılmaktadır. Bazı araştırmacılar universal adezivlerin zamanla günümüz adeziv sistemlerin yerini alabileceklerini savunmaktadır (144). Hidroksiapatite güçlü ve stabil kimyasal afinitesi olan fonksiyonel monomerlerin geliştirilmesiyle birlikte diş dokularına adezyonlarının iyileşeceği iddia edilmektedir (133). Yeni geliştirilen 3D SR monomeri içeren Tokuyama universal adezivin bağlanma dayanımı ile ilgili çalışmalar sınırlıdır ve hassasiyet giderici ajanlarla birlikte kullanılmasının bağlanma dayanımına etkisinin araştırıldığı herhangi bir çalışma henüz bulunmamaktadır (148,174). Çalışmamız bu yönüyle özgündür. Benzer araştırmalar dikkate alınarak çalışmamızda mikrohibrit universal bir kompozit olan Filtek Z250 (3M ESPE, St Paul, MN, USA) kullanılmıştır (175,176) .

Restorasyonların uzun dönem başarısında diş dokusu-rezin ara yüzündeki adeziv bağlanmanın ömrü çok önemlidir. Kullanılan materyaller ağız ortamında

devamlı olarak sıcaklık ve pH değişimlerine maruz kalmaktadır (177,178). Bu nedenle ağız ortamındaki değişiklikleri *in vitro* ortama yansıtmak amacıyla yapay yaşılandırma yöntemleri geliştirilmiştir (127). Yapılan çalışmalar, adezyonun stabilitesini değerlendiren en geçerli yöntemin diş dokusuna bağlanan materyallerin yaşılandırılmasıyla elde edildiğini bildirmiştir. Bunun yanı sıra yapay yaşılandırma yöntemleri en çok bağlanma dayanımı testleri için uygundur (179). Bu nedenle çalışmamızda laboratuvar çalışmalarında sıklıkla kullanılan yapay yaşılandırma tekniklerinden biri olan termal siklus yöntemi kullanılmıştır.

Termal siklus uygulaması kullanılan adeziv sisteme bağlı olarak bağlanma kuvvetini etkileyebilir (180). Fakat, termal siklus yöntemi yaygın olarak kullanılmasına rağmen, bu yöntemin standart bir protokolü yoktur. Termal siklus için kullanılan parametreler (sıcaklık, bekleme süresi, döngü sayısı) çalışmalara göre farklılık göstermekte ve bu nedenle yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar ortaya çıkmakta ve karşılaştırma yapmak zorlaşmaktadır (181).

Laboratuvar ortamlarında dental materyallerin ve adezivlerin diş dokularına bağlanma dayanımlarını değerlendirmek amacıyla makaslama (shear) ve çekme (tensile) bağlanma dayanımı testleri kullanılmaktadır (150). Çalışmamızdaki örneklere yapay yaşılandırma işleminden 24 sa sonra universal bir test cihazı kullanılarak (Universal Testing Machine LRX, Lloyd, England) makaslama bağlanma dayanımı testi uygulanmıştır. Fakat, *in vitro* testler ne kadar standart olursa olsun kullanılan materyallerin klinik performanslarını önceden belirleyebilecek kesin bir laboratuvar test yöntemi bulunmamaktadır. Bu nedenle, *in vitro* ve klinik çalışmalar arasında bağlantı kurulurken dikkatli olunmalıdır (149).

5.2. Dentin Tübülü Tıkama Açısından SEM Analizi Bulgularının Yorumlanması

Dentin tübülü tıkanması, dentin yüzeyinin bir tabakayla örtülmesi veya tıkayıcı ajanın tübüllerin içinde birikmesi ile iki farklı yolla gerçekleşebilir. Bu amaçla kullanılan çözünmeyen tuzlar genellikle dentin yüzeyinde ince bir tabaka oluşturur. Nanohidroksiapatit, novamin ve pro-arjin teknolojisi ise, intratübüler mineralizasyonun uyarılması için kullanılır (182–185).

Çalışmamızda elde ettiğimiz SEM görüntüleri incelendiğinde, 5.grupta (kontrol) smear tabakası % 37 lik ortofosforik asit ile kaldırıldığından herhangi bir tıkanmanın olmadığı tamamen açık dentin tübülleri gözlenmiştir (Şekil 4.8). Hassasiyet giderici ajan uygulanan grupların hepsinde belli oranlarda tübül tıkanması gerçekleşmiş, 4.grupta neredeyse tüm tübüller tamamen tıkanmış, az miktarda açık tübül gözlenmiştir (Şekil 4.7). Yapılan birçok *in vitro* çalışma, nanohidroksiapatit içerikli diş macunlarının mine ve dentin remineralizasyonunda etkili olduğunu göstermiştir (159,184,186). 1 ve 3. gruplarda ise tübüllerin kısmen tıkanmış bazı tübüllerin ise açık olduğu gözlenmiştir (Şekil. 4.4, Şekil 4.6). Nanohidroksiapatit, novamin ve pro arjinin içerikli diş macunlarının dentin tübüllerini tıkama açısından karşılaştırıldığı *in vitro* bir çalışma sonucunda; nanohidroksiapatit grubunun % 98.1, novamin grubunun % 83.1 ve pro arjin grubunun % 69.1 tübül tıkanıklığı gösterdiği bildirilmiştir. Bunun yanında Pro arjin ve novamin gruplarının aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildiren Kulal ve ark (2016)'nın bulguları çalışmamızın sonuçlarını desteklemektedir (159). Nanohidroksiapatitin tübül tıkamada daha başarılı olması, nanohidroksiapatit kristalleri sayesinde oluşan koruyucu biyomimetik tabakaya bağlanabilir.

Çalışmamızda 2. Grupta elde ettiğimiz görüntülerde çoğu dentin tübülünün açık olduğu sadece bazı tübüllerin kısmen tıkalı olduğu görülmüştür (Şekil 4.5). Stannöz floridin klinik etkinliği hakkında tartışmalı sonuçlarla çeşitli çalışmalar yayınlanmıştır (187–189) . Arnold ve ark. (2015)'nin farklı diş macunlarının tübül tıkama etkinliğini araştırdıkları çalışma sonucunda, stannöz florid içeren diş macunu uygulanan dentin yüzeylerinde tübül tıkaması gözlenmemiştir, bu bulgular çalışmamızın görüntüleriyle kısmen uyum göstermektedir (190).

Çalışmamızda SEM görüntülerine göre gruplar arasında tübül tıkama skorlaması yapılmamıştır. Görüntüler dentin örneklerinin sadece belirli kısımlarından alınmış örnek görüntülerdir. Elde ettiğimiz görüntüler çalışmamızın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

5.3. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi Sonuçlarının Yorumlanması

Günümüzde adeziv sistemlerin dentine bağlanması hala sorun teşkil etmektedir. Dentin dokusunun tübüler ve hidrofilik yapısı, pulpal basınç, preparasyon sonrasında oluşan smear tabakası, dentin yapısında meydana gelen değişiklikler gibi birçok biyolojik ve klinik faktör dentine adezyonu etkilemektedir. Son yıllarda gelişen teknolojilerle birlikte ortaya çıkan universal veya multi-mode olarak bilinen adeziv sistemler; farklı adeziv stratejisi ile hekime seçim şansı sunmasıyla minede etch&rinse tekniğinin sağladığı avantajları ve dentinde basitleştirilmiş self etch tekniğinin hidroksiapatit kristallerindeki ek kimyasal bağlanmasını birleştirmektedir (191).

Literatüre bakıldığında yapılan çalışmalarda universal adezivlerin bağlanma dayanımlarının materyale bağımlı olduğu bildirilmiştir. İçeriklerindeki farklılıklar ve universal adezivlerin farklı modlarda kullanılabilir olması (etch&rinse, self etch, selektif etch) bağlanma dayanımlarını etkileyebilmektedir. Bu nedenle universal adezivlerin dentine bağlanma dayanımı yönünden iki aşamalı self etch sistemlerle veya birbirleriyle karşılaştırıldığı çalışmalara baktığımızda, çalışmaların sonuçları çelişkilidir (192–194).

Universal adezivlerin bağlanma dayanımlarının araştırıldığı bir meta analiz çalışmasının sonuçlarına göre; dentine bağlanmada önceden asit uygulamasının hafif asidik universal adezivlerin bağlanma dayanımını etkilemediği ve asitleme olmadan kullanmanın post operatif hassasiyeti azaltabileceği bildirilmiştir (135). Cuevas-Suárez ve ark.'nın 2019 yılında yayınladıkları meta analiz raporuna göre ise hafif asidik universal adezivlerin bağlanma performansının her iki adeziv modunda da etkili ve stabil olduğu rapor edilmiştir (195). Karaman ve ark. (2015)'nin yaptığı çalışma sonucu; Single bond universal Clearfil SE-bond ile benzer bağlanma dayanımı gösterirken All bond universal düşük bağlanma dayanımı göstermiştir (196). Yine Munoz ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada kullandıkları universal adezivlerin, kullanılan adeziv moddan bağımsız olarak (total etch ve self etch) Clearfil SE-bond ile karşılaştırıldığında daha düşük başlangıç bağlanma dayanımı gösterdiklerini bildirmişlerdir (197).

Clearfil SE-bond içeriğinde bulunan MDP; hidroksiapatitteki kalsiyum ile yoğun ve kararlı bir şekilde kimyasal etkileşime girebilen, uzun karbon zincirlerine sahip hidrofobik bir monomerdur. Hidroksiapatit ve MDP' nin kimyasal etkileşimi sonucu hem mine hem dentinde adeziv ara yüzde bir nano tabaka oluşmaktadır (198). Yapılan birçok çalışmayla bu tabakanın varlığını kanıtlanmıştır (199,200). MDP monomeri kollajen fibriller çevresinde rezidüel hidroksiapatitteki kalsiyum iyonlarıyla oluşturduğu suda çözünmeyen stabil tuzlar ile kollajen liflerinin korunmasını sağlar (198). Oluşan nano tabaka ile birlikte stabil MDP-Ca tuzu birikimi, *in vitro* ve klinik araştırmalarda kanıtlandığı gibi MDP bazlı bağlanmanın yüksek stabilitesini açıklayabilir (139,199,201). Bunun yanı sıra MDP monomerinin diğer monomerlerle (4-MET, fenil-P) karşılaştırıldığı çalışmalarda, en yüksek bağlanmanın MDP ile sağlandığı ve MDP-Ca tuzlarının çözünmeye karşı daha dayanıklı ve uzun dönemde daha stabil olduğu bildirilmiştir (202). Çalışmamızda tüm gruplarda, MDP içerikli Clearfil SE-bond alt gruplarının bağlanma dayanımlarının Tokuyama universal bonddan yüksek çıkması bu sonuçlarla desteklenebilir.

Tokuyama universal bondun içinde bulunan yeni geliştirilen 3D SR monomeri, 3 boyutlu kendi kendini güçlendiren multi fonksiyonel asidik bir monomerdur. Polimerizasyondan sonra 3 boyutlu güçlü bir yapı oluşturur. 3D SR monomeri sayesinde boraks katalist ayrıştır, serbest radikaller üretir ve oluşan adeziv tabakanın polimerizasyon derecesini artırır (203). Yoshida ve ark. (2012) 3D SR monomerinin, polimerizasyondan sonra güçlü üç boyutlu çapraz bağlama polimerleri oluşturmasının yanı sıra dentin üzerinde hidrolize dirençli bir Ca tuzu oluşturduğunu ve bunun bağlanma dayanımına katkı sağlayabileceğini ortaya koymuştur (146). Fu ve ark. (2013) da yine 3D SR monomerindeki fosfat gruplarının adeziv içinde kendi kendine organize olabileceğini ve birden fazla bölgede kalsiyum ile etkileşime girerek iyonik bağlar oluşturabileceğini böylece bağlanmayı olumlu etkileyebileceğini bildirmiştir (147). Kawano ve ark. (2015)' nin 3D SR monomeri içeren yeni rezin simanı konvansiyonel simanlarla karşılaştırdıkları bir çalışmada, 3D SR içerikli rezin siman diğerlerinden yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir (204). 3D SR monomerinin kalsiyum ile MDP gibi yüksek etkileşim potansiyeline sahip olmasını beklemek mümkündür. Fakat, 3D SR monomerinin moleküler boyutu MDP veya fenil-P' ye kıyasla nispeten büyük olduğundan, dentin içine penetrasyonu daha az

olabileceği bildirilmiştir (147). Bu konuda çalışma sayısı az olduğundan daha fazla *in vitro* ve klinik araştırmaya ihtiyaç vardır.

Adeziv yüzeyler; hibrit tabakadaki kollajen fibrillerinin proteolitik, adeziv bileşenlerinin ise hidrolitik yıkımı sonucunda zamanla degradasyona uğramaktadır. Universal adezivlerin tek aşamalı self etch adezivler gibi su içermesi, içerisinde bulunan organik çözücüler ve asidik monomerlerin varlığı; su absorbe etme ve bunun sonucu olarak da hidrolitik bozulmalara uğramaları konusunda endişe vermektedir (138,191). Çalışmamızda kullandığımız Tokuyama universal bond, bu sebeplerden dolayı yaşlandırma sonrası düşük bağlanma dayanımı göstermiş olabilir. Makishi ve ark. (2016) farklı adezivlerin (All-Bond Universal, Scotchbond Universal, Clearfil SE-Bond, Adper Scotchbond Multi-Purpose Bond) 1 yıllık yapay yaşlandırma sonrası bağlanma dayanımlarını karşılaştırdıkları çalışma sonucunda; kısa dönemde bağlanma dayanımı değerlerinin materyal ve diş dokusuna bağımlı olduğunu, yaşlanmadan sonra ise adeziv dentin ara yüzünde oluşan nanosızıntı ile bağlanmada azalma olduğunu iddia etmiştir (205).

Adeziv restorasyonlarda adezyonu etkileyen diğer bir faktör polimerizasyon kalitesidir. Adeziv rezinlerin yapısında bulunan karbon çift bağlarının dönüşüm derecesi polimerizasyon kalitesini dolayısıyla materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Dönüşüm derecesinin az olması mekanik özelliklerin bozulmasına, mikrosızıntının artmasına neden olabilmektedir (206). Yapılan çalışmalarda ışıkla polimerize olan adezivlerin kimyasal olarak polimerize olanlarla karşılaştırıldığında daha hızlı polimerize olduğu ve polimerizasyon derecelerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (207). Tokuyama universal bondun polimerizasyonu, borat başlatıcısı (BoSE teknolojisi) ile gerçekleşmektedir. Borat başlatıcı, asit (fosforik asit monomer) ile ayrıştırılır ve serbest radikaller üreten bir boran bileşiğine dönüştürülür. Buna ek olarak, Tokuyama universal bond boran bileşiğinin bozunmasını hızlandıran ve kimyasal polimerizasyon başlatıcısı olarak görev yapan bir peroksit içerir (208). Çalışmamızda kullandığımız Tokuyama universal bond, ışıkla polimerize Clearfil SE-bondtan farklı olarak self cure (kimyasal) polimerize olduğundan, yaşlandırma sonrası bağlanma dayanımı değerlerinde farklılık göstermiş olabilir.

Adezyonu etkileyen faktörleri değerlendirdiğimizde çalışmamızda uygulanan farklı hassasiyet giderici macunu grupları için Tokuyama universal bond ve Clearfil SE-bond alt gruplarında farklı sonuçlar elde edilmiş olması adeziv sistemler arasındaki farklılıklara bağlanabilir. Clearfil SE-bond içinde bulunan MDP; hidroksiapatit ve hassasiyet giderici ajanlarda bulunan Ca ile kimyasal bağlanma sağlayıp bağlanma dayanımı değerlerinin Tokuyama universal bonddan daha yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir. Bununla birlikte, Tokuyama universal bondun pH değeri: 2,2 iken Clearfil SE-bondun pH değeri ~ 2 dir. Clearfil SE-bondun primerinin asiditesinin fazla olması, dentindeki demineralizasyon derinliğini artırarak monomer infiltrasyonun artmasını sağlamış olabilir (194).

Tokuyama universal bondun bağlanma dayanımı ile ilgili literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Katsumata ve ark. (2017) farklı universal adezivlerin (Single bond universal, Tokuyama universal bond), farklı restoratif materyaller kullanılarak dentine mikrogerilim bağlanma dayanımlarını karşılaştırdıkları bir çalışmada, çalışmamızdan farklı olarak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamıştır (203). Bu durum kullanılan test yöntemi çeşidinin farklılığı ve dentin yüzeyine uygulanan DH giderici ajanların kullanılmış olmasıyla açıklanabilir.

Yapılan araştırmalarda bağlanma dayanımı testinden sonra kopma tipleri incelendiğinde; bağlanma dayanımlarının yüksek olduğu gruplarda koheziv tip kopmaların, düşük olduğu gruplarda ise adeziv tip kopmaların çoğunlukta olduğu bildirilmiştir (209,210). Çalışmamızda Clearfil SE-bond alt gruplarında çoğunlukla miks ve koheziv tip başarısızlığın, Tokuyama universal bond alt gruplarında ise adeziv başarısızlığın görülmesi bağlanma dayanımı sonuçlarıyla uyumludur.

Literatür incelendiğinde bugüne kadar hassasiyet giderici ajanların bağlanma dayanımına etkisiyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Fakat farklı içerikte ajanlar ve farklı adeziv sistemler kullanıldığı için sonuçlar çok çeşitlidir. Günümüzde DH tedavisi için umut vaat eden bir ajan olan nanohidroksiapatitin; remineralizasyon, dentin yüzeyinde aside dirençli tabaka oluşturma ve dentin tübüllerini etkili bir şekilde tıkama özelliği birçok *in vitro* çalışmada SEM analizleriyle kanıtlanmıştır (104,211,212).

Jena ve ark. (2017) 4 farklı hassasiyet giderici diş macununu (Pepsodent Pro-sensitive relief and repair, Sensodyne repair and protect, Remin Pro, %15 nanohidroksiapatit içeren test macunu) 14 gün boyunca fırçalama işleminden sonra dentin tübülü tıkama açısından SEM analizi ile karşılaştırmıştır. Çalışmaları sonucunda bütün grupların dentin tübüllerinde tıkama oluşturduğunu, Remin Pro ve %15 nanohidroksiapatit içeren test macununun diğerlerinden anlamlı derecede daha etkili tıkama sağladığını bildirmiştir (211). Çalışmamızda da nanohidroksiapatit içerikli diş macunu uygulanan dentin yüzeylerinin SEM analizi görüntülerinde dentin tübüllerinin neredeyse tamamının tıkalı olduğu görülmüştür (Şekil 4.7). Fakat nanohidroksiapatitin dentin tübüllerinde oluşturduğu aside dirençli tabaka ve tübül tıkama özelliği, adeziv sistemlerin dentine penetrasyonunu engelleyebilir. Pei ve ark. (2019) nanohidroksiapatit içerikli diş macunlarının self etch adezivlerin (Clearfil S3 Bond, G-bond) bağlanma dayanımına etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, nanohidroksiapatitin self etch adezivlerin bağlanma dayanımında azalmaya neden olabileceğini iddia etmiş ve her iki adeziv sistem için çalışmamızın nanohidroksiapatit içerikli macun grubunun sonuçlarını desteklemiştir (166).

Meng ve ark. (2020) nanohidroksiapatit içerikli hassasiyet gidericilerin (Biorepair and Dontodent) self etch bir adezivin (Futurabond NR) bağlanma dayanımına etkisini araştırmış ve kullanılan ajanların rezin infiltrasyonuna ve bağlanma dayanıma etkisi olmadığını iddia etmiştir (213). Bu çalışmada, bizim çalışmamızdan farklı sonuçlar elde edilmesi; kullanılan ajanların farklı oranlarda nanohidroksiapatit içermesi ve 7 gün boyunca uygulanmış olmasına, adeziv sistemin farklı olmasına ve herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamış olmasına bağlanabilir.

Aguiar ve ark. (2016) hassasiyet giderici diş macunlarının (Colgate Total 12, Colgate Sensitive Pro-Relief, Sensodyne Rapid Relief, Sensodyne Repair and Protect) uzun süreli kullanımının self etch adezivin (Clearfil SE-Bond) bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini inceledikleri çalışma sonucu kullanılan macunların bağlanma dayanımı üzerinde bir etkisi olmadığını rapor etmiştir (158). Bu bulgular çalışmamızda Clearfil SE-bond alt grupları için; Grup 1, 2, 3'ün kontrol grubuyla karşılaştırıldığında

aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış olmasıyla uyum göstermektedir (Tablo 4.3).

Andreatti ve ark. (2014) biyoaktif cam (Biosilicate) ve arjinin (Colgate Sensitive Pro-Relief) içerikli hassasiyet giderici ajanların farklı adezivlerin (Scotchbond Multipurpose, Clearfil SE-Bond) bağlanma dayanımı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, arjininin dentin bağlanma kuvvetine etki etmediğini, Biosilicate 'in ise dentin ve adeziv sistemler arasındaki bağı güçlendirmeye meyilli olabileceğini iddia etmişlerdir (214). Çalışmada kullanılan hassasiyet giderici ajanların bizim çalışmamızın sonuçları ile karşılaştırıldığında çok kısa sürelerde uygulanmış olması, bağlanma dayanımı testinin 24 sa sonra hemen yapılması gibi değişkenler, sonuçlarımızın farklı olmasını açıklayabilir.

Kochanipa ve ark. (2014) üç farklı diş macununun (Sensodyne Rapid Relief, Colgate Sensitive Pro-Relief, Colgate Regular Flavor) iki farklı adezivin (Optibond XTR, Optibond FL) dentine bağlanma dayanımına etkisini araştırdıkları çalışmaları sonucunda; hassasiyet giderici diş macunlarının bağlanma dayanımı değerlerini azalttığını ve kullanılan adeziv sistemin bağlanma dayanımında etkili olduğunu rapor etmiştir (209). Çalışmamızda Tokuyama universal bond alt grupları için elde ettiğimiz bağlanma dayanımı sonuçları bu çalışmayla desteklenmiştir (Tablo 4.3).

Pei ve ark. (2013) arjinin (Colgate Sensitive Pro-Relief), CPP-ACP (Tooth Mousse; GC) ve hidroksiapatit (Hydroxyapatite paste) içerikli ajanların iki farklı hafif asidik self etch adeziv (G-bond, Clearfil S³ bond) sistemlerin bağlanma dayanımına etkisini araştırmıştır. Çıkan bulgular sonucu; G-Bond için, arjinin ve hidroksiapatit içerikli ajanlar ile muameleden sonra, daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri elde edilmiştir. Fakat S³ Bond için, arjinin içerikli ajanın bağlanma dayanımını etkilemediği, hidroksiapatit içerikli ajanın bağlanma dayanımı değerlerinde azalmaya neden olduğu iddia edilmiştir (75). Bizim çalışmamızdan farklı olarak G-bond içeriğinde 4-MET (4-Metakriloksietil trimellitik asit) monomeri bulunması, farklı pH'lara sahip adeziv sistemlerin kullanılması ve çalışma dizaynındaki değişiklikler sonuçlarımızdaki farklılıkları açıklayabilir.

Wang ve ark. (2012) yaptıkları çalışma sonucunda % 8 arjinin ve kalsiyum karbonat içeren hassasiyet giderici diş macununun dentin tübüllerini etkili bir şekilde tıkayabildiğini ve 4 MET gibi fonksiyonel monomerler içeren self etch (G-bond) adezivlerle kullanıldığında dentin bağlanma performansı üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını iddia etmiştir (215). Yine Canares ve ark. (2012) % 8 arjinin ve kalsiyum karbonat (Colgate Sensitive Pro-Relief) içeren diş macunu ile tedavi edilen dentinde bağlanma gücü açısından fark bulamamıştır. DH tedavisi için Colgate Sensitive Pro-Relief kullanan hastalarda diş hekimlerinin optimal dentin bağlanma sonuçları elde edebileceğini iddia etmiştir (216). Çalışmamızın sonucunda Colgate Sensitive Pro-Relief (3.grup) Clearfil SE-bond alt grupları için elde ettiğimiz bağlanma dayanımı değerleri bu sonuçlarla desteklenebilir (Tablo 4.3).

Novamin içeren florlu bir diş macununun dentin yüzeyinde oluşturduğu yüzey tabakalarının incelendiği bir çalışmada, SEM analizi sonucu novaminle muamele edilmiş örneklerin diyet asitlerine karşı dirençli olduğu ve tübüllerde tıkama sağladığı gösterilmiştir. Aynı çalışmada yapılan EDS (X-ışını spektroskopisi) analiziyle tübül yüzeyinde oluşan bu tabakanın kristalografik olarak hidroksiapatite benzer bir yapıda olduğu bildirilmiştir (217). Yine Shah ve ark. (2017), novamin ve pro-arjin içeren diş macunlarının tübül tıkama etkinliğini araştırdıkları SEM analizi sonucunda, her ikisinin de (Novamin: % 95.58, pro-arjin: % 89.90) dentin tübüllerinde etkili bir tıkama sağladığını bildirmiştir (218). Çalışmamızda SEM görüntüleri ile de paralellik gösteren (Şekil 4.4, Şekil 4.6) Tokuyama alt grupları için elde ettiğimiz bulgular, novamin ve arjinin içerikli diş macunlarının tübül tıkama özelliği dolayısıyla rezin tag oluşumunu azaltmış olabileceği fikri ile açıklanabilir.

Hassasiyet giderici diş macunlarıyla yapılan çalışmalarda kontrol grubu olarak genellikle flor içerikli diş macunları kullanılmıştır (165,210). Çalışmamızda kullandığımız İpana Pro-Expert (Sensitive Protection) diş macunu 1100 ppm stannöz florid ve 350 ppm NaF içermektedir. West ve ark. (2018) stannöz floridli (% 0.454) diş macunuyla % 0.76 sodyum monoflorofosfat diş macununu dentin tübülü tıkama bakımından karşılaştırdıkları çalışmalarında, 8 günün sonunda aralarında istatistiksel olarak farklılık olmadığını ve stannöz floridli diş macununun üstün tıkama özelliği göstermediğini iddia etmiştir (219). Çalışmamızın dentin tübülü tıkama açısından elde

ettiğimiz SEM görüntüleri bu çalışmayla uyumludur (Şekil 4.5). Takamizawa ve ark. (2019)'nın farklı konsantrasyonlarda stannöz florid içeren diş macunlarının tübül tıkama etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında ise kontrol grubuna (distile su) göre tübül tıkamada daha etkili olduğu gösterilmiştir ve bu çalışmanın dizaynındaki farklılıklar nedeniyle bizim sonuçlarımızla paralellik göstermediğini düşünmekteyiz (220).

Hassasiyet giderici ajanların dentine bağlanma dayanımına etkisinin incelendiği çalışmalarda çoğunlukla, kullanılan flor içerikli diş macunlarının dentine bağlanma dayanımında anlamlı bir etkisi olmamıştır (158,209,210). Çalışmamızda kullandığımız İpana Pro-Expert (Sensitive Protection) diş macunu, her iki adeziv sistem için de bağlanma dayanımında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir ve önceki çalışmalarla uyumludur (Tablo 4.3).

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar değerlendirildiğinde, çalışmamızın sıfır hipotezi kısmen reddedilmiştir. Farklı içerikli hassasiyet giderici macunlar bağlanma dayanımı değerlerinde değişikliğe neden olmuştur.

Çalışmamız *in vitro* olarak planlandığından; restoratif materyallerin ağız ortamında maruz kaldıkları kuvvetler ve termal değişiklikler ile ağız mikroflorası ve tükürük etkenindeki farklılıklar hazırladığımız örneklere tam olarak yansıtılamamış olabilir. Dentindeki hidrolik iletkenlik ve pulpal basıncın değerlendirmeye dahil edilmemesi ve klinik olarak adezyon yüzeylerinin dentin yapısındaki farklılıklara göre değişebilir olması çalışmamızı kısıtlamaktadır.

Günümüzde klinikte kullanılan farklı içerikli çok sayıda adeziv sistem ve hassasiyet giderici ajan bulunmaktadır. Yeni geliştirilen ve kimyasal olarak polimerize olan Tokuyama universal bond'un bağlanma dayanımı ile ilgili karşılaştırabileceğimiz araştırmalar sınırlı sayıdadır. Çalışmamızın sonuçlarının kullandığımız adeziv materyaller ve hassasiyet giderici diş macunları ile sınırlı olması nedeniyle bu konuda farklı etki mekanizmasına sahip materyallerin kullanılacağı laboratuvar ve klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Çalışmamızda makaslama bağlanma dayanımı testi sonucu hassasiyet giderici diş macunu ve adeziv sistem ayrı ayrı istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmuştur.
2. DH tedavisinde tübül tıkama potansiyeline bakılarak nanohidroksiapatit içerikli diş macunları kullanılabilir. Fakat nanohidroksiapatit içerikli hassasiyet giderici macun kullanımı, adeziv sistemden bağımsız olarak bağlanma dayanımı değerlerinde azalmaya neden olmuştur bu nedenle bu macunları kullanan hastalarda restorasyon planlandığında hekim bağlanma dayanımı açısından dikkatli olmalıdır ve gerekli önlemi almalıdır.
3. Self cure universal adezivler, klinik olarak hekime uygulama kolaylığı ve zaman kazancı gibi avantajlar sağlasa da çalışmamızda kullandığımız self cure universal adeziv rezin, self etch sistemler içinde altın standart olarak kabul edilen Clearfil SE-bond kadar yüksek bağlanma dayanımı performansı gösterememiştir.
4. DH olan bireylerde ileride restorasyon gereksinimi olduğunda stannöz florid içerikli diş macunları ve iki aşamalı self etch adezivler önerilebilir.
5. Adeziv sistemlerdeki gelişmelerle birlikte yeni piyasaya sürülen self cure universal adezivlerin klinikte yaygın olarak kullanılabilmesi için daha fazla *in vivo* ve *in vitro* çalışmaya ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. **Bekes K.** Clinical presentation and physiological mechanisms of dentine hypersensitivity. Robinson P G, Dentine Hypersensitivity. 1st Ed., USA, Elsevier, **2014**; 22-29.
2. **Al-Sabbagh M, Andreana S, Ciancio SG.** Dentinal hypersensitivity: review of aetiology, differential diagnosis, prevalence, and mechanism. *Journal of the International Academy of Periodontology*, **2004**; 6(1):8-12.
3. Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. *Journal of the Canadian Dental Association*, **2003**; 69(4):221–6.
4. **Brand RW, Isselhard DE, Satin E.** Anatomy of Orofacial Structures: A Comprehensive Approach. 7th Ed., Canada: Elsevier, **2014**.
5. **Tjäderhane L, Carrilho MR, Breschi L, Tay FR, Pashley DH.** Dentin basic structure and composition-an overview. *Endodontic Topic*, **2012**; 20: 3–29.
6. **Pashley DH.** Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, **1996**; 7(2):104-133.
7. **Boushell LW, Sturdevant JR.** Clinical Significance of Dental Anatomy, Histology, Physiology, and Occlusion.. Ritter André V, Boushell L. W. , Walter R., Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. 7th Ed., Elsevier, **2019**; 1-39.
8. **Mjör IA.** Dentin permeability: The basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Braz Dent J*. **2009**; 20(1): 3-16.
9. **Ulu K. G, Kırzioğlu Z.** Dentin geçirgenliği ve dentin geçirgenliğini etkileyen faktörler: derleme. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Dergisi*. **2012**; 60-65.
10. **Shellis R.** Transport processes in enamel and dentine. Addy M, Embery G, Edgar WM, Orchardson R. Tooth wear and sensitivity: Clinical advances in restorative dentistry, 1th Ed., London, **2000**; 19-27.
11. **Orchardson R, Gillam DG.** Managing dentin hypersensitivity. *J Am Dent Assoc*. **2006**; 137(7): 990-998.
12. **Bamise CT, Olusile AO, Oginni AO, Dosumu OO.** The prevalence of dentine hypersensitivity among adult patients attending a Nigerian teaching hospital. *Oral Health Prev Dent*. **2007**;5(1):49-53.
13. **Gorczyca R, Filip R, Walczak E.** Psychological aspects of pain. *Ann Agric Environ Med*. **2013**; Special Issue (1): 23–27.
14. **Bartold PM.** Dentinal hypersensitivity: A review. *Australian Dental Journal*. **2006**; 51(3):212-8.
15. **Lin YH, Gillam DG.** The prevalence of root sensitivity following periodontal therapy: A systematic review. *International Journal of Dentistry*. **2012**.
16. **Chabanski MB, Gillam DG.** Aetiology, prevalence and clinical features of cervical dentine sensitivity. *J Oral Rehabil*. **2008**; 24(1):15-19.
17. **Von Troil B, Needleman I, Sanz M.** A systematic review of the prevalence of root sensitivity following periodontal therapy. *Journal of Clinical Periodontology*. **2002**; 29(3): 173-7.

18. **Addy M.** Dentine hypersensitivity: New perspectives on an old problem. *Int Dent J.* **2002**; 52: 367-375.
19. **Kielbassa AM.** Dentine hypersensitivity: Simple steps for everyday diagnosis and management. *Int Dent J.* **2002**; 52: 394-396.
20. **West NX, Lussi A, Seong J, Hellwig E.** Dentin hypersensitivity: Pain mechanisms and aetiology of exposed cervical dentin. *Clinical Oral Investigations.* **2013**; 17(1): 9-19.
21. **West NX.** Dentine hypersensitivity: Preventive and therapeutic approaches to treatment. *Periodontology 2000.* **2008**; 48(1): 31-41.
22. **Chadwick RG.** The effect of cooking method upon the titratable acidity of a popular vegetarian dish--scope for reducing its erosive potential? *Eur J Prosthodont Restor Dent.* **2006**; 14(1):28-31.
23. **Uzer Çelik E.** Dentin Hypersensitivity-Etyology. *Türkiye Klin J Restor Dent-Special Top.* **2015**;1(1):1-7.
24. **Brännström M.** Sensitivity of dentine. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* **1966**; 21(4):517-526.
25. **Davari A, Ataei E, Assarzadeh H.** Dentin hypersensitivity: etiology, diagnosis and treatment; a literature review. *J Dent Shiraz Univ Med.* **2013**; 14(3): 136-145.
26. **Gillam DG.** Dentine hypersensitivity: Advances in diagnosis, management, and treatment. 1st Ed., Switzerland, Springer. **2015**.
27. **Yılmaz D.** Dentine Hypersensitivity: Mechanisms, Aetiology And Treatment Approaches. *ADO Clin Sci.* **2011**;5(2):833-40.
28. **Hacıoğulları İ, Ulusoy N, Er F.** Dentin Aşırı Hassasiyeti: Tanı ve Tedavi Yöntemleri. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* **2015**; 25(1): 95-106.
29. **Kemaloğlu H, Türkün LŞ.** Dentin Hypersensitivity - Physiology. *Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics.* **2015**;1(1):8-15.
30. **Brannstrom M, Astrom A.** The hydrodynamics of the dentine; its possible relationship to dentinal pain. *Int Dent J.* **1972**; 22(2): 219-27.
31. **Sağ Güngör F.** Dentin hassasiyetinin etiolojisi ve risk faktörleri. *Selcuk Dental Journal.* **2017**; 4 :28-35.
32. **Gernhardt CR.** How valid and applicable are current diagnostic criteria and assessment methods for dentin hypersensitivity? An overview. *Clinical Oral Investigations.* **2013**; 17(1): 31-40.
33. **Karcioglu O, Topacoglu H, Dikme O, Dikme O.** A systematic review of the pain scales in adults: Which to use? *American Journal of Emergency Medicine.* **2018**; 36(4):707-714.
34. **AlKahtani R.** Dentin desensitizing agents: Too many options. *General Dentistry.* **2017**; 65(5):17-20.
35. **Miglani S, Aggarwal V, Ahuja B.** Dentin hypersensitivity: Recent trends in management. *Journal of Conservative Dentistry.* **2010**; 13(4): 218-224.
36. **Gillam DG.** Current diagnosis of dentin hypersensitivity in the dental office: An overview.

- Clinical Oral Investigations*. **2013**; 17(1): 21-29.
37. **Can E, Dikici B.** Dentin Hypersensitivity - Diagnosis. *Turkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics*. **2015**;1(1):16–22..
38. **Kutuk Z B, Gurgan S.** Dentin hypersensitivity-Treatment. *Turkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics*. **2015**;1(1).
39. **Erdemir U, Yıldız E.** Diagnosis and Treatment Planning of Dentinal Hypersensitivity. *EÜ Dişhek Fak Derg*. **2011**;32:9–22.
40. **Gillam DG, Orchardson R.** Advances in the treatment of root dentine sensitivity: mechanisms and treatment principles. *Endodontic Topics*. **2006**; 13(1): 13-33.
41. **Bamise CT, Olusile AO, Oginni AO.** An analysis of the etiological and predisposing factors related to dentin hypersensitivity. *Journal of Contemporary Dental Practice*. **2008**; 9(5):52-9.
42. **Cummins D.** Recent advances in dentin hypersensitivity: Clinically proven treatments for instant and lasting sensitivity relief. *American Journal of Dentistry*. **2010**; 23: 3-13.
43. **Garg N, Garg A.** Tooth Hypersensitivity, Textbook of Operative Dentistry. 3rd Ed. India, Jaypee. **2015**; 439-447.
44. **Grossman LI.** A Systematic Method for the Treatment of Hypersensitive Dentin. *The Journal of the American Dental Association*. **1935**; 22(4): 592-602.
45. **Talioti E, Hill R, Gillam DG.** The Efficacy of Selected Desensitizing OTC Products: A Systematic Review. *ISRN Dentistry*. **2014**;
46. **Amaechi BT, Van Loveren C.** Fluorides and non-fluoride remineralization systems. *Monographs in Oral Science*. **2013**; 23: 15-26.
47. **Hu D, Zhang YP, Chaknis P, Petrone ME, Volpe AR, DeVizio W.** Comparative investigation of the desensitizing efficacy of a new dentifrice containing 5.5% potassium citrate: An eight-week clinical study. *Journal of Clinical Dentistry*. **2004**;15(1):6-10.
48. **Ozyurt E.** Dentin Hassasiyeti Tanı ve Tedavi Yöntemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **2018**; 28(2): 253-262.
49. **Kenneth HR, Conrad A.** Recommendations for evaluating agents for the reduction of dentinal hypersensitivity. Ad Hoc Advisory Committee on Dentinal Hypersensitivity Council on Dental Therapeutics. *Endod Dent Traumatol*. **1986**; 2: 172-4.
50. **Frechoso SC, Menéndez M, Guisasola C, Arregui I, Tejerina JM, Sicilia A.** Evaluation of the efficacy of two potassium nitrate bioadhesive gels (5% and 10%) in the treatment of dentine hypersensitivity. A randomised clinical trial. *Journal of Clinical Periodontology*. **2003**; 30 (4): 315-320.
51. **Krauser JT.** Hypersensitive teeth. Part II: Treatment. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **1986**; 56(3): 307-311.
52. **Petersson LG.** The role of fluoride in the preventive management of dentin hypersensitivity and root caries. *Clinical Oral Investigations*. **2013**;17(1):63–71.
53. **Ritter A V., Dias WDL, Miguez P, Caplan DJ, Swift EJ.** Treating cervical dentin hypersensitivity with fluoride varnish: A randomized clinical study. *Journal of the American Dental Association*. **2006**;137(7):1013-20.

54. **Thrash WJ, Dodds MW, Jones DL.** The effect of stannous fluoride on dentinal hypersensitivity. *International Dental Journal.* **1994;** 44(1):107-118.
55. **Suge T, Kawasaki A, Ishikawa K, Matsuo T, Ebisu S.** Effects of ammonium hexafluorosilicate concentration on dentin tubule occlusion and composition of the precipitate. *Dental Materials.* **2010;**26(1): 29-34.
56. **Suge T, Kawasaki A, Ishikawa K, Matsuo T, Ebisu S.** Ammonium hexafluorosilicate elicits calcium phosphate precipitation and shows continuous dentin tubule occlusion. *Dental Materials.* **2008;** 24(2):192-8.
57. **McBride MA, Gilpatrick RO, Fowler WL.** The effectiveness of sodium fluoride iontophoresis in patients with sensitive teeth. *Quintessence international.* **1991;** 22(8): 637-40.
58. **Aparna S, Setty S, Thakur S.** Comparative efficacy of two treatment modalities for dentinal hypersensitivity: A clinical trial. *Indian Journal of Dental Research.* **2010;** 21(4):544-8.
59. **Mohanad Al-Sabbagh, Amanda Brown MVT.** In-Office Treatment of Dentinal Hypersensitivity. *Dent Clin N Am.* **2009;**53:47–60.
60. **Levin MP, Yearwood LL, Carpenter WN.** The desensitizing effect of calcium hydroxide and magnesium hydroxide on hypersensitive dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* **1973;** 35(5): 741-6.
61. **Tosun S, Ozsevik S.** Dentin Hassasiyetinin Tanısı, Etiyolojisi ve Güncel Tedavi Yaklaşımları: Derleme. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* **2015;** 25(13): 91-99.
62. **Suge T, Kawasaki A, Ishikawa K, Matsuo T, Ebisu S.** Comparison of the occluding ability of dentinal tubules with different morphology between calcium phosphate precipitation method and potassium oxalate treatment. *Dental Materials Journal.* **2005;** 24(4): 522-9.
63. **Geiger S, Matalon S, Blasbalg J, Tung MS, Eichmiller FC.** The clinical effect of amorphous calcium phosphate (ACP) on root surface hypersensitivity. *Operative Dentistry.* **2003;** 28(5): 496-500.
64. **Azarpazhooh A, Limeback H.** Clinical efficacy of casein derivatives a systematic review of the literature. *Journal of the American Dental Association.* **2008;** 139(7): 915-24.
65. **Pillon FL, Romani IG, Schmidt ÉR.** Effect of a 3% Potassium Oxalate Topical Application on Dentinal Hypersensitivity After Subgingival Scaling and Root Planing. *Journal of Periodontology.* **2004;** 75(11):1461-1464.
66. **Cunha-Cruz J, Stout JR, Heaton LJ, Wataha JC.** Dentin hypersensitivity and oxalates: A systematic review. *Journal of Dental Research.* **2011;** 90(3):304-10.
67. **Pashley DH, Carvalho RM, Pereira JC, Villanueva R, Tay FR.** The use of oxalate to reduce dentin permeability under adhesive restorations. *American Journal of Dentistry.* **2001;** 14(2):89-94.
68. **Sharma D, Hong CX, Heipp PS.** A novel potassium oxalate-containing tooth-desensitising mouthrinse: A comparative in vitro study. *Journal of Dentistry.* **2013;** 41(4): 18-27.
69. **Olley R, Moazzez R, Bartlett D.** Effects of Dentifrices on Subsurface Dentin Tubule Occlusion: An In Situ Study. *International Journal of Prosthodontics.* **2015;** 28(2): 181-7.
70. **Shiau HJ.** Dentin hypersensitivity. *Journal of Evidence-Based Dental Practice.* **2012;** 12(3): 220-8.

71. **Liu H, Hu D.** Efficacy of a commercial dentifrice containing 2% strontium chloride and 5% potassium nitrate for dentin hypersensitivity: A 3-day clinical study in adults in China. *Clinical Therapeutics*. **2012**; 34(3): 614-22.
72. **Ishihata H, Finger WJ, Kanehira M, Shimauchi H, Komatsu M.** In vitro dentin permeability after application of gluma® desensitizer as aqueous solution or aqueous fumed silica dispersion. *Journal of Applied Oral Science*. **2011**; 19(2): 147-153.
73. **Clark D, Levin L.** Non-surgical management of tooth hypersensitivity. *International Dental Journal*. **2016**; 66(5): 249-56.
74. **Kakaboura A, Rahiotis C, Thomaidis S, Doukoudakis S.** Clinical effectiveness of two agents on the treatment of tooth cervical hypersensitivity. *American Journal of Dentistry*. **2005**; 18(4):291-5.
75. **Pei D, Liu S, Huang C, Du X, Yang H, Wang Y, et al.** Effect of pretreatment with calcium-containing desensitizer on the dentine bonding of mild self-etch adhesives. *European Journal of Oral Sciences*. **2013**; 121(3): 204-210.
76. **Asnaashari M, Moeini M.** Effectiveness of lasers in the treatment of dentin hypersensitivity. *Journal of Lasers in Medical Sciences*. **2013**; 4(1):1-7.
77. **Ladalaro TCCGP, Pinheiro A, Campos RADC, Brugnera A, Zanin F, Albernaz PLM, et al.** Laser therapy in the treatment of dentine hypersensitivity. *Brazilian Dental Journal*. **2004**; 15(2):144-50.
78. **He S, Wang Y, Li X, Hu D.** Effectiveness of laser therapy and topical desensitising agents in treating dentine hypersensitivity: A systematic review. *Journal of Oral Rehabilitation*. **2011**; 38(5):348-58.
79. **Parolia A, Kundabala M, Mohan M.** Management of dentinal hypersensitivity: a review. *Journal of the California Dental Association*. **2011**; 39(3): 167-79.
80. **Chambrone L, Sukekava F, Araújo MG, Pustiglioni FE, Chambrone LA, Lima LA.** Root-Coverage Procedures for the Treatment of Localized Recession-Type Defects: A Cochrane Systematic Review. *Journal of Periodontology*. **2010**; 81(4):452-78.
81. **Douglas de Oliveira DW, Oliveira-Ferreira F, Flecha OD, Gonçalves PF.** Is Surgical Root Coverage Effective for the Treatment of Cervical Dentin Hypersensitivity? A Systematic Review. *Journal of Periodontology*. **2013**; 84(3): 295-306.
82. **Agossa K, Godel G, Dubar M, S.Y. K, Behin P, Delcourt-Debruyne E.** Does Evidence Support a Combined Restorative Surgical Approach for the Treatment of Gingival Recessions Associated With Noncarious Cervical Lesions?..*Journal of Evidence-Based Dental Practice*. **2017**; 17(3): 226-238.
83. **Park YK, Alencar SM, Aguiar CL.** Botanical origin and chemical composition of Brazilian propolis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **2002**; 50(9):2502-6.
84. **Almas K, Mahmoud A, Dahlan A.** A comparative study of propolis and saline application on human dentin. A SEM study. *Indian J Dent Res*. **2001**; 12(1):21-7.
85. **Purra A, Mushtaq M, Acharya S, Saraswati V.** A comparative evaluation of propolis and 5.0% potassium nitrate as a dentine desensitizer: A clinical study. *Journal of Indian Society of Periodontology*. **2014**; 18(4): 466-471.
86. **Toker H, Ozan F, Ozdemir H, Deger O.** Dentin hassasiyetinin tedavisinde propolisin etkisi.

87. **Elias Boneta AR, Ramirez K, Naboia J, Mateo LR, Stewart B, Panagokos F.** Efficacy in reducing dentine hypersensitivity of a regimen using a toothpaste containing 8% arginine and calcium carbonate, a mouthwash containing 0.8% arginine, pyrophosphate and PVM/MA copolymer and a toothbrush compared to potassium and negative control. *Journal of Dentistry*. 2013; 41(1): 42-9
88. **Petrou I, Heu R, Stranick M, Lavender S, Zaidel L, Cummins D, et al.** A breakthrough therapy for dentin hypersensitivity: How dental products containing 8% arginine and calcium carbonate work to deliver effective relief of sensitive teeth. *Journal of Clinical Dentistry*. 2009; 20(1):23-31.
89. **Schiff T, Delgado E, Zhang YP, DeVizio W, Cummins D, Mateo LR.** The clinical effect of a single direct topical application of a dentifrice containing 8.0% arginine, Calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride on dentin hypersensitivity: The use of a cotton swab applicator versus the use of a fingertip. *Journal of Clinical Dentistry*. 2009; 20(4):131-6.
90. **Docimo R, Montesani L, Maturo P, Costacurta M, Bartolino M, DeVizio W.** Comparing the efficacy in reducing dentin hypersensitivity of a new toothpaste containing 8.0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride to a commercial sensitive toothpaste containing 2% potassium ion: An eight-week clinical study in Rome, Italy. *Journal of Clinical Dentistry*. 2009; 20(1):17-22.
91. **Magno MB, Nascimento GCR, Da Penha NKS, Pessoa OF, Loretto SC, Maia LC.** Difference in effectiveness between strontium acetate and arginine-based toothpastes to relieve dentin hypersensitivity. A systematic review. *American Journal of Dentistry*. 2015; 28(1):40-44.
92. **Ayad F, Ayad N, Delgado E, Zhang YP, DeVizio W, Cummins D, et al.** Comparing the efficacy in providing instant relief of dentin hypersensitivity of a new toothpaste containing 8.0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride to a benchmark desensitizing toothpaste containing 2% potassium ion and 1450 ppm fluoride : A Three-Day Clinical Study in Mississauga, Canada. *Journal of Clinical Dentistry*. 2009; 20(4):115-22.
93. **Yang ZY, Wang F, Lu K, Li YH, Zhou Z.** Arginine-containing desensitizing toothpaste for the treatment of dentin hypersensitivity: A meta-analysis. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*. 2016; 7(8) :1-14.
94. **Sharif MO, Iram S, Brunton PA.** Effectiveness of arginine-containing toothpastes in treating dentine hypersensitivity: A systematic review. *Journal of Dentistry*. 2013; 41(6):483-92.
95. **Imran Z.** Bioactive Glass: A Material for the Future. *World Journal of Dentistry*. 2012; 3(2):199-201.
96. **Ceyhan T, Günay V, Capoglu A, Sayrak H, Karaca C.** Production and characterization of a glass-ceramic biomaterial and in vitro and in vivo evaluation of its biological effects. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*. 2007; 41(4):307-13.
97. **Kumar A, Singh S, Thumar G, Mengji A.** Bioactive Glass Nanoparticles (NovaMin®) for Applications in Dentistry. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*. 2015;14(8): 30-35.
98. **Wang Z, Jiang T, Sauro S, Wang Y, Thompson I, Watson TF, et al.** Dentine remineralization induced by two bioactive glasses developed for air abrasion purposes. *Journal of Dentistry*. 2011; 39(11): 746-756.
99. **Gendreau L, Barlow APS, Mason SC.** Overview of the clinical evidence for the use of

- NovaMin® in providing relief from the pain of dentin hypersensitivity. *Journal of Clinical Dentistry*. **2011**; 22(3):90-5.
100. **Brauer DS, Karpukhina N, O'Donnell MD, Law R V., Hill RG.** Fluoride-containing bioactive glasses: Effect of glass design and structure on degradation, pH and apatite formation in simulated body fluid. *Acta Biomaterialia*. **2010**; 6(8): 3275-3282.
 101. **Burwell A, Jennings D, Muscle D, Greenspan DC.** NovaMin® and dentin hypersensitivity-In vitro evidence of efficacy. *Journal of Clinical Dentistry*. **2010**; 21(3): 66-71.
 102. **Vaddamanu SK, AlQahtani SM, Sundarraj RK, Nagate RR, Apparaju V.** Efficacy of calcium sodium phosphosilicate containing dentifrice in reducing dentin hypersensitivity compared to other dentifrices with dentin tubule occluding molecules: A systematic review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. **2019**; 18 (4): 877-888.
 103. **Yuan P, Shen X, Liu J, Hou Y, Zhu M, Huang J, et al.** Effects of Dentifrice Containing Hydroxyapatite on Dentinal Tubule Occlusion and Aqueous Hexavalent Chromium Cations Sorption: A Preliminary Study. *PLoS ONE*. **2012**; 7(12): e45283.
 104. **Pepla E.** Nano-hydroxyapatite and its applications in preventive, restorative and regenerative dentistry: a review of literature. *Annali di Stomatologia*. **2014**; 5(3):108-14.
 105. **Rao A, Swarup Js.** Enamel surface remineralization: Using synthetic nanohydroxyapatite. *Contemporary Clinical Dentistry*. **2012**; 3(4):433-6.
 106. **Amaechi BT, Mathews SM, Ramalingam K, Mensinkai PK.** Evaluation of nanohydroxyapatite-containing toothpaste for occluding dentin tubules. *American Journal of Dentistry*. **2015**; 28(1):33-9.
 107. **Narmatha VJ, Thakur S.** An In-Vivo comparative study of the efficacy of propolis, nano-hydroxyapatite and Potassium Nitrate Containing Desensitizing Agents. *Journal of Dental Sciences*. **2014**; 2(2): 113-118.
 108. **Amaechi BT, Lemke KC, Saha S, Gelfond J.** Clinical Efficacy in Relieving Dentin Hypersensitivity of Nanohydroxyapatite-containing Cream: A Randomized Controlled Trial. *The Open Dentistry Journal*. **2018**; 31(12): 572-585.
 109. **Buzalaf MAR, Pessan JP.** New Preventive Approaches Part I: Functional Peptides and Other Therapies to Prevent Tooth Demineralization. *Monographs in Oral Science*. **2017**; 26: 88-96.
 110. **Alkilzy M, Santamaria RM, Schmoeckel J, Splieth CH.** Treatment of Carious Lesions Using Self-Assembling Peptides. *Advances in Dental Research*. **2018**; 29(1):42-47.
 111. **Chen X, Gillam D. G., Hawshan M, Lysek D, Hill R.** Dentine Tubule Occlusion of a Novel Self-assembling Peptide Containing Gel. IADR/AMER General Session (Cape Town, South Africa) . **2014**.
 112. **Schlee M, Rathe F, Bommer C, Bröseler F, Kind L.** Self-assembling peptide matrix for treatment of dentin hypersensitivity: A randomized controlled clinical trial. *Journal of Periodontology*. **2018**; 89(6):653-660.
 113. **Cheng L, Liu W, Zhang T, Xu T, Shu YX, Yuan B, et al.** Evaluation of the effect of a toothpaste containing Pudilan extract on inhibiting plaques and reducing chronic gingivitis: A randomized, double-blinded, parallel controlled clinical trial. *Journal of Ethnopharmacology*. **2019**; 240:111870.
 114. **Holmes RP, Kennedy M.** Estimation of the oxalate content of foods and daily oxalate intake.

- Kidney International*. **2000**; 7: 1662–1667.
115. **Monje P V., Baran EJ.** Characterization of calcium oxalates generated as biominerals in cacti. *Plant Physiology*. **2002**; 128(2): 707-713.
 116. **Sauro S, Gandolfi MG, Prati C, Mongiorgi R.** Oxalate-containing phytocomplexes as dentine desensitisers: An in vitro study. *Archives of Oral Biology*. **2006**; 51(8): 655-64.
 117. **Guntakala V R, Jayaprada R S, Harikumar V, Suryasowjanya D, Jayasree R H, Suryakanth M.** Comparative assessment of effectiveness of Biomin, NovaMin, herbal, and potassium nitrate desensitizing agents in the treatment of hypersensitive teeth: A clinical study Guntakala. *J NTR Univ Health*. **2019**; 8(1) : 24-28.
 118. **Bansal D, Mahajan M.** Comparative evaluation of effectiveness of three desensitizing tooth pastes for relief in the dentinal hypersensitivity. *Contemporary Clinical Dentistry*. **2017**; 8(2):195-199.
 119. **Vajrabhaya LO, Korsuwannawong S, Harnirattisai C, Teinchai C.** Changes in the permeability and morphology of dentine surfaces after brushing with a Thai herbal toothpaste: A preliminary study. *European Journal of Dentistry*. **2016**; 10(2):239-244.
 120. **Meerbeek VB, Landuyt KV, De Munck J, Inoue S, Yoshida Y, Perdigão J.** Bonding to Enamel and Dentin. Summitt JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS, Summitt's Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach. 3rd Ed. China, Quintessence, **2006**; 183-261.
 121. **Nakabayashi N, Pashley D.** Hybridization of Dental Hard Tissues. 1st Ed. Chicago Quintessence. **1998**.
 122. **Hashimoto M, Nagano F, Endo K, Ohno H.** A review: Biodegradation of resin-dentin bonds. *Japanese Dental Science Review*. **2011**; 47(1): 5-12.
 123. **Liu Y, Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Li N, Mao J.** Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *Journal of Dental Research*. **2011**; 90(8):953-68.
 124. **Van Landuyt K, De Munck J, Coutinho E, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B.** Bonding to dentin: Smear layer and the process of hybridization. G. Eliades, D. C.Watts, T. Eliades, Dental Hard Tissues and Bonding: Interfacial Phenomena and Related Properties. 1 st Ed. Germany, Springer. **2005**; 89-123.
 125. **Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M.** Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. *Dental Materials*. **2006**; 22(1):45-56.
 126. **Sauro S, Pashley DH, Montanari M, Chersoni S, Carvalho RM, Toledano M, et al.** Effect of simulated pulpal pressure on dentin permeability and adhesion of self-etch adhesives. *Dental Materials*. **2007**; 23(6):705-13.
 127. **Ayaz F, Tagtekin D, Yanikoglu F.** Dentine bağlanma ve değerlendirme metodları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **2011**; 4: 49-56.
 128. **Tay FR, Kwong SM, Itthagarun A, King NM, Moulding KM, Pashleyg DH.** Bonding of a self-etching primer to noncarious cervical sclerotic dentin: interfacial ultrastructure and microtensile bond strength evaluation. *Journal of Adhesive Dentistry*. **2000**; 2(1):9-28.
 129. **Ito S, Saito T, Tay FR, Carvalho RM, Yoshiyama M, Pashley DH.** Water content and apparent stiffness of non-carries versus caries-affected human dentin. *Journal of Biomedical*

Materials Research - Part B Applied Biomaterials. **2005**; 72(1):109-16.

130. **Tagami J, Hosoda H, Burrow MF, Nakajima M.** Effect of aging and caries on dentin permeability. *Proc Finn Dent Soc*. **1992**; 88(1): 149-54.
131. **Marshall GW, Chang YJ, Gansky SA, Marshall SJ.** Demineralization of caries-affected transparent dentin by citric acid: An atomic force microscopy study. *Dental Materials*. **2001**; 17(1): 45-52.
132. **Nakajima M, Kunawarote S, Prasansuttiporn T, Tagami J.** Bonding to caries-affected dentin. *Japanese Dental Science Review*. **2011**; 47(2): 102-114.
133. **Migliau G.** Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Annali di Stomatologia*. **2017**;8(1): 1-17.
134. **Perdigão J.** New Developments in Dental Adhesion. *Dental Clinics of North America*. **2007**; 52(2): 333-357.
135. **Da Rosa WLDO, Piva E, Da Silva AF.** Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*. **2015**; 43(7): 765-76.
136. **Perdigão J, Walter R, Miguez PA, Swift EJ.** Fundamental Concepts of Enamel and Dentin Adhesion. Ritter AV, Boushell LW, Walter R. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. 8th Ed., China, Elsevier. **2019**; 136-170.
137. **Gwinnett AJ.** Moist versus dry dentin: its effect on shear bond strength. *American journal of dentistry*. **1992**; 5(3): 127-9.
138. **Tufek E, Ayna B.** Diş Hekimliğinde Adeziv Sistemler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **2019**; 29(2): 340-349.
139. **Giannini M, Makishi P, Ayres APA, Vermelho PM, Fronza BM, Nikaido T, et al.** Self-Etch adhesive systems: A literature review. *Brazilian Dental Journal*. **2015**; 26(1): 3-10.
140. **Kiremitci A, Altıncı P.** Self-Etch adeziv sistemlerde güncel gelişmeler bölüm II: Klinik uygulamalarda başarı. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **2008**;32(4): 49-64.
141. **De Sá RBC, Carvalho AO, Puppim-Rontani RM, Ambrosano GMB, Nikaido T, Tagami J, et al.** Effects of water storage on bond strength and dentin sealing ability promoted by adhesive systems. *Journal of Adhesive Dentistry*. **2012**; 14(6): 543-549.
142. **Ito S, Tay FR, Hashimoto M, Yoshiyama M, Saito T, Brackett WW, et al.** Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding. *The journal of adhesive dentistry*. **2005**; 7(2): 133-41.
143. **Perdigão J, Swift EJ.** Universal Adhesives. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. **2015**; 27(6): 331-334.
144. **Gary A.** Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry?. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. **2015**; 36(1): 15-26.
145. **Kawano S, Fu J, Saikaew P, Chowdhury AA, Fukuzawa N, Kadowaki Y, et al.** Microtensile bond strength of a newly developed resin cement to dentin. *Dental Materials Journal*. **2015**; 34(1): 61-9.
146. **Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, Hanabusa M, Matsumoto T, Momoi Y.** X-ray diffraction analysis of three-dimensional self-reinforcing monomer and its chemical interaction

- with tooth and hydroxyapatite. *Dental Materials Journal*. **2012**; 31(4): 697-702.
147. **Fu J, Kakuda S, Pan F, Hoshika S, Ting S, Fukuoka A, et al.** Bonding performance of a newly developed step-less all-in-one system on dentin. *Dental Materials Journal*. **2013**; 32(2): 203-11.
148. **Akturk E, Bektas OO, Ozkanoglu S, Akin EGG.** Do ozonated water and boric acid affect the bond strength to dentin in different adhesive systems?. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. **2019**; 22(12): 1758-1764.
149. **Tekce N.** The correlation between laboratory bond tests and clinical outcome. *EÜ Dişhek Fak Derg*. **2013**; 34(2): 57-65.
150. **Braga RR, Meira JBC, Boaro LCC, Xavier TA.** Adhesion to tooth structure: A critical review of “macro” test methods. *Dental Materials*. **2010**; 26(2): 38-49.
151. **Tekce N, Demirci M, Tuncer S.** Dentin bağlayıcı sistemlerin bağlanma dayanıklılığını değerlendirme yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **2013**; 47(1): 73-91.
152. **Scherrer SS, Cesar PF, Swain M V.** Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: A critical literature review. *Dental Materials*. **2010**; 26(2): 78-93.
153. **Rösing CK, Fiorini T, Liberman DN, Cavagni J.** Dentine hypersensitivity: Analysis of self-care products. *Brazilian Oral Research*. **2009**; 23(1): 56-63.
154. **West NX, Seong J, Davies M.** Management of dentine hypersensitivity: Efficacy of professionally and self-administered agents. *Journal of Clinical Periodontology*. **2015**; 42(16): 256-302.
155. **Arisu HD, Dalkilic E, Uctasli MB.** Effect of desensitizing agents on the microtensile bond strength of a two-step self-etch adhesive to dentin. *Operative Dentistry*. **2011**; 36(2): 153-61.
156. **Olcaç K, Eyuboglu TF.** Farklı hassasiyet giderici ajanların tek aşamalı bir self-etch adeziv sistemin dentine makaslama bağlanma dayanımına etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **2019**; 29(2): 213-219.
157. **Mordan NJ, Barber PM, Gillam DG.** The dentine disc. A review of its applicability as a model for the in vitro testing of dentine hypersensitivity. *Journal of Oral Rehabilitation*. **1997**; 24(2): 148-56.
158. **Aguiar JD, de Amorim ACS, Medeiros IS, Souza Júnior MHS e, Loretto SC.** Influence of Prolonged use of Desensitizing Dentifrices on Dentin Bond Strength of Self-Etching Adhesive System. *International Journal of Odontostomatology*. **2016**; 10(1): 135-142.
159. **Kulal R, Jayanti I, Sambashivaiah S, Bilchodmath S.** An in-vitro comparison of nano hydroxyapatite, novamin and proargin desensitizing toothpastes -A SEM study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. **2016**; 10(10): 51-54.
160. **Pereira JC, De Carvalho Sales-Peres SH, Francisconi-Dos-Rios LF, Calabria MP, Ishikiriyama SK, Gillam DG.** Current and novel clinical approaches for the treatment of dentin hypersensitivity. David Gillam ,Dentine Hypersensitivity: Advances in Diagnosis, Management, and Treatment. 1 st Ed., Switzerland, Springer. **2015**; 101-133.
161. **Bae JH, Kim YK, Myung SK.** Desensitizing toothpaste versus placebo for dentin hypersensitivity: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*. **2015**; 42(2): 131-41.

162. **Martins CC, Firmino RT, Riva JJ, Ge L, Carrasco-Labra A, Brignardello-Petersen R.** Desensitizing toothpastes for dentin hypersensitivity: A network meta-analysis. *Journal of Dental Research.* **2020**; 99(5): 514-522.
163. **Cunha-Cruz J, Zeola LF.** Limited evidence suggests that many types of desensitizing toothpaste may reduce dentin hypersensitivity, but not the ones with strontium or amorphous calcium phosphate. *Journal of Evidence-Based Dental Practice.* **2019**; 19(4): 101337.
164. ISO/TR 14569-1:2007. Dental Materials -Guidance on testing of wear resistance. Part 1. Wear by toothbrushing.
165. **Lopes RM, Turbino ML, Zezell DM, Scaramucci T, Aranha ACC.** The effect of desensitizing dentifrices on dentin wear and tubule occlusion. *American Journal of Dentistry.* **2015**; 28(5): 297-302.
166. **Pei D, Meng Y, Li Y, Liu J, Lu Y.** Influence of nano-hydroxyapatite containing desensitizing toothpastes on the sealing ability of dentinal tubules and bonding performance of self-etch adhesives. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials.* **2019**; 91:38-44.
167. **Kanehira M, Ishihata H, Araki Y, Takahashi H, Sasaki K, Finger WJ.** Effect of artificial saliva on permeability of dentin treated with phosphate containing desensitizer measured by digital flow meter. *Dental Materials Journal.* **2019**; 38(6): 963-969.
168. **Marwah B, Mohideen SF, Okba M.** The Effectiveness of Remineralizing Agents on Dentinal Permeability. *BioMed Research International.* **2018**; (11):1-12.
169. **Wang Z, Sa Y, Sauro S, Chen H, Xing W, Ma X.** Effect of desensitising toothpastes on dentinal tubule occlusion: A dentine permeability measurement and SEM in vitro study. *Journal of Dentistry.* **2010**; 38(5): 400-10.
170. **Nazım Ç, Taner İL.** Evaluation of the effect of different desensitizers on dentin tubules: An in vitro scanning electron microscopy analysis. *Turkish Journal of Clinics and Laboratory.* **2019**; 10: 184-189.
171. **Zorba YO, Erdemir A, Ercan E, Eldeniz AU, Kalaycıoğlu B, Ulker M.** The effects of three different desensitizing agents on the shear bond strength of composite resin bonding agents. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials.* **2010**; 3(5): 399-404.
172. **Cortiano FM, Rached RN, Mazur RF, Vieira S, Freire A, de Souza EM.** Effect of desensitizing agents on the microtensile bond strength of two-step etch-and-rinse adhesives to dentin. *European Journal of Oral Sciences.* **2016**; 124(3): 309-15.
173. **Gupta T, Nagaraja S, Mathew S, Narayana IH, Madhu KS, Dinesh K.** Effect of desensitization using bioactive glass, hydroxyapatite, and diode laser on the shear bond strength of resin composites measured at different time intervals: An in vitro Study. *Contemporary Clinical Dentistry.* **2017**; 8(2): 244-247.
174. **Saito T, Takamizawa T, Ishii R, Tsujimoto A, Hirokane E, Barkmeier WW.** Influence of application time on dentin bond performance in different etching modes of universal adhesives. *Operative dentistry.* **2020**; 45(2): 183-195.
175. **Eyüboğlu GB, Yesilyurt C.** The effect of dentin desensitizing agents on the shear bond strength of a one step self-etch adhesive to dentin. *Cumhuriyet Dental Journal.* **2014**; 17(4): 334-349.
176. **Marchan S, White D, Pruszynski J, Manwah T, Bassaw V, Smith W.** The shear bond strengths of composite bonded to dentine following treatment with two dentine occluding desensitizing toothpastes. *Open Journal of Stomatology.* **2014**; 4: 121-125.

177. **Meric G, Ruyter IE.** Influence of thermal cycling on flexural properties of composites reinforced with unidirectional silica-glass fibers. *Dental Materials*. **2008**; 24(8):1050-7.
178. **Akın GE, Hergüner Ş, Akın H.** Effects of thermocycling and water storage on the microtensile bond strength of the self-etch adhesives to dentin. *J Dent Fac Atatürk Uni*. **2012**; 22(2): 125-131.
179. **Demunck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M.** A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: Methods and results. *Journal of Dental Research*. **2005**; 84(2): 118-32.
180. **Titley K, Caldwell R, Kulkarni G.** Factors that affect the shear bond strength of multiple component and single bottle adhesives to dentin. *American Journal of Dentistry*. **2003**; 16(2): 120-4.
181. **Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C.** Thermal cycling for restorative materials: Does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. **2014**; 29: 295-308.
182. **Cummins D.** Dentin hypersensitivity: From diagnosis to a breakthrough therapy for everyday sensitivity relief. *Journal of Clinical Dentistry*. **2009**; 20(1): 1-9.
183. **Lavender SA, Petrou I, Heu R, Stranick MA, Cummins D, Kilpatrick-Liverman L.** Mode of action studies on a new desensitizing dentifrice containing 8.0% arginine, a high cleaning calcium carbonate system and 1450 ppm fluoride. *American Journal of Dentistry*. **2010**; 23: Special Issue: 15-19.
184. **Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM.** Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *Journal of Dentistry*. **2011**; 39(6): 430-7.
185. **Wang Z, Jiang T, Sauro S, Pashley DH, Toledano M, Osorio R, et al.** The dentine remineralization activity of a desensitizing bioactive glass-containing toothpaste: An in vitro study. *Australian Dental Journal*. **2011**; 56(4): 372-81.
186. **Shaffiey SR, Shaffiey SF.** Surface enamel remineralization by biomimetic nano hydroxyapatite crystals and fluoride ions effects. *Journal of Ceramic Processing Research*. **2016**; 17(2): 109-112.
187. **Sharma N, Roy S, Kakar A, Greenspan DC, Scott R.** A clinical study comparing oral formulations containing 7.5% calcium sodium phosphosilicate (novamin®), 5% potassium nitrate, and 0.4% stannous fluoride for the management of dentin hypersensitivity. *Journal of Clinical Dentistry*. **2010**; 21(3): 88-92.
188. **He T, Barker ML, Biesbrock AR, Miner M, Qaqish J, Sharma N.** A clinical study to assess the effect of a stabilized stannous fluoride dentifrice on hypersensitivity relative to a marketed sodium fluoride/triclosan control. *Journal of Clinical Dentistry*. **2014**; 25(2): 13-8.
189. **Ni LX, He T, Chang A, Sun L.** The desensitizing efficacy of a novel stannous-containing sodium fluoride dentifrice: An 8-week randomized and controlled clinical trial. *American Journal of Dentistry*. **2010**; 23:17-21.
190. **Arnold WH, Prange M, Naumova EA.** Effectiveness of various toothpastes on dentine tubule occlusion. *Journal of Dentistry*. **2015**; 43(4): 440-449.
191. **Arhun N, Oglakçı B.** Adezyon ve Adeziv Sistemler. *Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics*. **2017**;3(3):113-27.

192. **Ayad AA, Hassan MM, Abdalla A.** Microshear bond strength of universal adhesives to dentin used in total-etch and self-etch modes. *Tanta Dental Journal*. **2018**; 15(2): 91-98.
193. **Wang R, Shi Y, Li T, Pan Y, Cui Y, Xia W.** Adhesive interfacial characteristics and the related bonding performance of four self-etching adhesives with different functional monomers applied to dentin. *Journal of Dentistry*. **2017**; 62: 72-80.
194. **Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL.** State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials*. **2011**; 27(1): 17-28.
195. **Cuevas-Suárez CE, da Rosa WL de O, Lund RG, da Silva AF, Piva E.** Bonding performance of universal adhesives: An updated systematic review and meta-analysis. *Journal of Adhesive Dentistry*. **2019**; 21(1): 7-26.
196. **Karaman E, Tuncer D, Yazıcı AR, Karahan S, Ertan A.** Farklı adeziv sistemlerin dentine makaslama bağlanma dayanımı: in vitro çalışma. *Acta Odontologica Turcica*. **2015**; 32(3): 112-5.
197. **Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NHC.** Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *Journal of Dentistry*. **2013**; 41(5): 404-11.
198. **Carrilho E, Cardoso M, Ferreira MM, Marto CM, Paula A, Coelho AS.** 10-MDP based dental adhesives: Adhesive interface characterization and adhesive stability-A systematic review. *Materials*. **2019**; 12(5): 790-819.
199. **Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, Ogawa T.** Self-assembled nano-layering at the adhesive interface. *Journal of Dental Research*. **2012**; 91(4): 376-81.
200. **Yoshihara K, Yoshida Y, Hayakawa S, Nagaoka N, Irie M, Ogawa T, et al.** Nanolayering of phosphoric acid ester monomer on enamel and dentin. *Acta Biomaterialia*. **2011**; 7(8): 3187-3195.
201. **Hiraishi N, Tochio N, Kigawa T, Otsuki M, Tagami J.** Monomer-collagen interactions studied by saturation transfer difference NMR. *Journal of Dental Research*. **2013**; 92(3): 284-288.
202. **Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al.** Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *Journal of Dental Research*. **2004**; 83(6): 454-8.
203. **Katsumata A, Saikaew P, Ting S, Katsumata T, Hoshika T, Sano H.** Microtensile Bond Strength Bonded to Dentin of a Newly Universal Adhesive. *Journal of Oral Tissue Engineering*. **2017**; 15(1): 18-24.
204. **Kawano S, Fu J, Saikaew P, Chowdhury AA, Fukuzawa N, Kadowaki Y.** Microtensile bond strength of a newly developed resin cement to dentin. *Dental Materials Journal*. **2015**; 34(1): 61-9.
205. **Makishi P, André CB, Ayres APA, Martins AL, Giannini M.** Effect of storage time on bond strength and nanoleakage expression of universal adhesives bonded to dentin and etched enamel. *Operative Dentistry*. **2016**; 41(3): 305-17.
206. **Agaccioğlu M, Aytaç F.** Kompozit Rezinlerin Polimerizasyon Özellikleri İlgili Analiz Yöntemleri. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*. **2019**; 25(2): 201-12.
207. **Lu H, Mehmood A, Chow A, Powers JM.** Influence of polymerization mode on flexural properties of esthetic resin luting agents. *Journal of Prosthetic Dentistry*. **2005**; 94(6): 549-54.

208. <https://www.tokuyamaturkiye.com/upload/teknik/UNIVERSAL-BOND.pdf>.
209. **Kochanipa S.** Effect of desensitizing toothpaste on microtensile bond strength between resin composite and dentin. *CU Dent J.* **2014**;37:225–40.
210. **Aguiar JD, Medeiros IS, e Souza Junior MHS, Loretto SC.** Influence of the extended use of desensitizing toothpastes on dentin bonding, microhardness and roughness. *Brazilian Dental Journal.* **2017**; 28(3): 346-353.
211. **Jena A, Kala S, Shashirekha G.** Comparing the effectiveness of four desensitizing toothpastes on dentinal tubule occlusion: A scanning electron microscope analysis. *Journal of Conservative Dentistry.* **2017**; 20(4): 269-272.
212. **Kunam D, Manimaran S, Sampath V, Sekar M.** Evaluation of dentinal tubule occlusion and depth of penetration of nano-hydroxyapatite derived from chicken eggshell powder with and without addition of sodium fluoride: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry.* **2016**; 19(3): 239-44.
213. **Meng Y, Shu T, Ding R, Pei D, Lu Y, Li Y.** Effect of nano-hydroxyapatite containing desensitizers on dentin bonding performance of self-etch adhesive. *Journal of Xi'an Jiaotong University (Medical Sciences).* **2020**; 41(2): 257-262.
214. **Andreatti LS, Lopes MB, Guinaldo RD, Borges AH, Dorilêo MCO, Gonini A.** Effect of desensitizing agents on the bond strength of dental adhesive systems. *Applied Adhesion Science.* **2014**; 2:24.
215. **Wang Y, Liu S, Pei D, Du X, Ouyang X, Huang C.** Effect of an 8.0% arginine and calcium carbonate in-office desensitizing paste on the microtensile bond strength of self-etching dental adhesives to human dentin. *American Journal of Dentistry.* **2012**; 25(5): 281-6.
216. **Canares G, Salgado T, Pines MS, Wolff MS.** Effect of an 8.0% arginine and calcium carbonate desensitizing toothpaste on shear dentin bond strength. *Journal of Clinical Dentistry.* **2012**; 23(2): 68-70.
217. **Earl JS, Topping N, Elle J, Langford RM, Greenspan DC.** Physical and chemical characterization of the surface layers formed on dentin following treatment with a fluoridated toothpaste containing NovaMin®. *Journal of Clinical Dentistry.* **2011**; 22(3): 68-73.
218. **Shah S, Shivakumar AT, Khot O, Patil C, Hosmani N.** Efficacy of NovaMin- and Pro-Argin-containing desensitizing dentifrices on occlusion of dentinal tubules. *Dental Hypotheses.* **2017**; 8(4): 104-109.
219. **West NX, Seong J, Hellin N, Macdonald EL, Jones SB, Creeth JE.** Assessment of tubule occlusion properties of an experimental stannous fluoride toothpaste: A randomised clinical in situ study. *Journal of Dentistry.* **2018**; 76: 125-131.
220. **Takamizawa T, Tsujimoto A, Ishii R, Ujiie M, Kawazu M.** Laboratory evaluation of dentin tubule occlusion after use of dentifrices containing stannous fluoride. *Journal of Oral Science.* **2019**; 61(2): 276-283.

8. EKLER

Ek 1: Etik Kurul Onayı

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU ONAYI
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY CLINICAL RESEARCHES ETHICS COMMITTEE APPROVAL

Sayı 398
Konu: Klinik Araştırma hk.

07.10.2020

Sayın Dr.Öğr.Üyesi Fatma AYTAÇ BAL
BAİBÜ Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi

Kurulumuzun 03.03.2020 tarihli toplantısında etik onay alan 2020/40 nolu "Bir Self Cure Universal Adezivin Farklı Hassasiyet Giderici Macunlarla Birlikte Kullanımının Dentin Yüzeyindeki Bağlama Dayanımına Etkisi" başlıklı çalışmanın sorumlu araştırmacısı olan Dr.Öğr.Üyesi Fatma AYTAÇ BAL'ın kurumdan ayrılması nedeniyle çalışmadan feragat etmesi ve çalışmanın sorumlu araştırmacılığını Dr.Öğr.Üyesi Begüm Büşra Cevval ÖZKOÇAK'a devredilmesi talebinizin etik olarak uygun olduğuna mevcudun oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Mehmet Hayri ERKOL
Klinik Araştırmalar Etik Kurul
Başkanı

Üyeler	Uzmanlık alanı	Kurumu	İmzası
Prof. Dr. Mehmet Hayri ERKOL (Başkan)	Genel Cerrahi	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Erkan KILINÇ (Başkan Yardımcısı)	Fizyoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Mehmet Hamid BOZTAŞ (Üye)	Ruh Sağlığı Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Akif Hakan KURT (Üye)	Farmakoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Ahmet YÜKSEL (Üye)	Kalp Damar Cerrahisi	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Oya KALAYCIOĞLU (Bildirimden Sorumlu Üye)	Biyostatistik	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Makbule TOKUR KESGİN (Üye)	Hemşirelik	BAİBÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Hamit YOLDAŞ (Üye)	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Abdülğani KAYMAZ (Üye)	Göz Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Kübra DEĞİRMENÇİ (Üye)	Protetik Diş Tedavisi	BAİBÜ Diş Hekimliği Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Tuba TASLAMACIOĞLU DUMAN (Üye)	İç Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi	İZİNLİ
Dr. Öğr. Üyesi Hakan YARAR (Üye)	Antrenörlük	BAİBÜ Spor Bilimleri Fakültesi	
Dr. Hatice Selen SÖYLEMEZ (Üye)	Farmakolog/Eczacı	Özel Eczane (BOLU)	
Av. Huri Hülya GÜNEŞ COŞKUN (Üye)	Hukukçu	Özel Hukuk Bürosu (BOLU)	
Ramazan KAYNARPINAR (Sivil-Üye)	Esnaf	Serbest Meslek (BOLU)	

9. ÖZGEÇMİŞ

09.07.1992 tarihinde Karabük'te doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Karabük' te tamamladım. 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ni kazandım. Birinci sınıfı burada okuduktan sonra 2011 yılında İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi' ne yatay geçiş yaptım. Geri kalan eğitimimi burada tamamlayıp 2015 yılında mezun oldum. 2017 yılında Diş Hekimliğinde uzmanlık eğitimi kapsamında Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak göreve başladım ve halen uzmanlık eğitimime devam etmekteyim.