



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

BİTİRME TEZİ

7. JENERASYON BONDİNGLER

PEDODONTİ ANABİLİM DALI BAŐKANLIĐI

SEVCAN ALTUNDAL - 0801150071

Tez DanıŐmanı : Prof. Dr. Koray Gençay

Mayıs-2020

İSTANBUL

Tez çalışmamda bana yardımcı olan, katkılarından dolayı tez danışmanım Prof. Dr. Koray Gençay'a, araştırma ve yazım sürecinde tüm sorularımı cevaplayıp, tecrübeleriyle bana yol gösteren Dt. Elis Mutlu'ya, hekim olma yolunda zorlu ve güzel günlerimizi beraber geçirdiğim çok değerli arkadaşlarım, bugünlere gelmemi sağlayan maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, moral kaynağım canım aileme ve katkısı olan herkese

TEŐEKKÜRLER...

İÇİNDEKİLER

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	V
GRAFİK, ŞEKİL VE TABLO.....	VII
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
GİRİŞ.....	1
ADEZYON OLUŞUMUNU SAĞLAYAN KAVRAMLAR.....	2
1.ADEZYON.....	2
1.1. Fiziksel Bağlanma.....	2
1.2. Kimyasal Bağlanma.....	2
1.3. Mekanik Bağlanma.....	2
2.REZİN DENTİN BAĞLANTISI.....	3
3.SMEAR TABAKASI.....	3
DENTİN BONDİNG AJANLARIN FARKLI KİMYASAL İÇERİKLERİ.....	4
ADEZİV DİŞ HEKİMLİĞİNİN AVANTAJLARI.....	4
ADEZİV DİŞ HEKİMLİĞİNİN ENDİKASYONLARI.....	4
İDEAL BİR DENTİN ADEZİVDE BULUNMASI GEREKEN ÖZELLİKLER.....	5
TARİHİ VE GELİŞİMİ.....	5
ADEZİV SİSTEMLERİN SINIFLANDIRILMASI.....	7
A. UYGULAMAAŞAMA SAYISINA GÖRE.....	7
B. UYGULAMA YÖNTEMLERİNE GÖRE.....	8
a. Smear tabakasının üzerine uygulanan adeziv sistemler.....	8
b. Smear tabakasını ortadan kaldıran adeziv sistemler.....	8
c. Smear tabakasını modifiye eden adeziv sistemler.....	8
C.ADEZİVİN KLİNİK UYGULAMALARDA MİNE VE DENTİN YÜZEYİNE UYGULAMALARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI.....	8
1. ETCH AND RINSE ADEZİV SİSTEMLER [TOTAL ETCH].....	10
1.1. Üç Aşamalı Etch -Rinse Adeziv Sistemler.....	10
BAĞLANTININ GERÇEKLEŞME MEKANİZMASI.....	12
1.2. İki Aşamalı Etch Rinse Adeziv Sistemler.....	14
2. SELF ETCH ADEZİV SİSTEMLER.....	14
I. Kuvvetli Self Etch adeziv sistemler.....	15
II. Orta Dereceli Kuvvetli Self Etch adeziv sistemler.....	15
III. Hafif etkili Self Etch adeziv sistemler.....	15

IV. Zayıf etkili SE Adeziv Sistemler.....	16
Self Etch Adezivlerin Uygulama Prosedürlerine Sınıflandırılması.....	16
a) İki Aşamalı Self Etch Adeziv Sistemler.....	16
b) Tek Aşamalı Self Etch Adeziv Sistemler.....	17
3. UNIVERSAL ADEZİVLER.....	18
4. CAM İYONOMER ADEZİV SİSTEMLER.....	19
C. TARİHSEL GELİŞİMLERİNE GÖRE SINIFLANDIRMA.....	20
I. BİRİNCİ NESİL ADEZİVLER.....	21
II. İKİNCİ NESİL ADEZİVLER.....	21
III. ÜÇÜNCÜ NESİL ADEZİVLER.....	22
IV. DÖRDÜNCÜ NESİL ADEZİVLER.....	23
V. BEŞİNCİ NESİL ADEZİVLER.....	24
VI. ALTINCI NESİL ADEZİVLER.....	25
VII. YEDİNCİ NESİL ADEZİVLER.....	26
SÜT VE DAİMİ DİŞLERİN FARKLILIĞI VE ADEZİV UYGULAMALARI.....	29
1. Süt ve Daimi Diş Minesinde Adezyon.....	29
2. Süt ve Daimi Diş Dentininde Adezyon.....	30
YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	32
SONUÇ.....	37
KAYNAKÇA.....	38
ÖZGEÇMİŞ.....	49

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

µm: Mikrometre

4-META: 4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride

4-META: 4-methacryloxyethyltrimellitate

AMPS: acidic monomer solution

ark.: Arkadaşları

AU : All Bond Universal

BB: BeautiBond

BF: Bond Force

Bis-GMA: Bisfenol A-Glisidil Dimetakrilat

EDTA: etilendiamin tetra-asetik asit

EPD: p-dimethylamino ethyl benzoate

ER : ETCH AND RINSE

GB : G Bond

GB: G-Bondnial Bond

GPDM: glycidylphosphate dimethacrylate

HEMA: 2-Hidroksietil metakrilat

MDP: metakrilol oksidesil dihidrojen fosfat

MDPB: Metakriloloksi Dodesil Pirinidyum Bromid

mm: Milimetre

MMEP : 2-metakriloloksi etil fosfat

MPa: Megapaskal

MPDM [Metakrilat propan diol monofosfat],

NaF: Sodyum florür

NPG: N-phenylglycine

NSMA: N-methacrylol-5-aminosalicylic acid

OP : OptiBond All-In-One

OX: OptiBond XTR

PE : Prime & Bond elect

PEM-F: pentamethacryloxyethyl-cyclophosphazen mono fluoride

PENTA : dipenta eritrol pentaakrilat mono- fosfat

PMMA : Polimetilmetakrilat

Pyro-EMA: tetramethacryoxyethyl-pyrophosphate

RTBB-O : okside edilmiş tri-n-butyl keton

S3 : Clearfil S3 Bond

SE: Self-Etch

SEM: Taramalı Elektron Mikroskobu

sn: Saniye

SU : Universal

TE: Total-Etch

TEGDMA: Trietilen Glikol Dimetakrilat

TEM: Transmisyon Elektron Mikroskobu

UDMA: Üretan Dimetakrilat

UTS: Ultimate tensile strength

WS: Water sorption

GRAFİK, ŞEKİL VE TABLO

Grafik 1: Altıncı ve yedinci jenerasyon bonding sistemlerinin bağlama değerlerinin karşılaştırılması.....	32
Grafik 2: Deneyde kullanılan tüm 6. ve 7. Jenerasyon bondinglerin karşılaştırılması	32
Şekil 1: Asit ile pürüzlendirilmiş dentin tübülleri.....	2
Şekil 2: Smear tabakası	3
Şekil 3: Adeziv sistemlerin gelişimi.....	7
Şekil 4 : Adezivlerin sistemlerin sınıflandırılması.....	9
Şekil 5: Modern dentin bağlayıcı sistemlerin sınıflandırılması.....	10
Şekil 6 : Buonocore'nin mine yüzeyini fosforik asitle pürüzlendirmesi.....	10
Şekil 7: 3 aşamalı adeziv sisteminin diş yüzeyine uygulanması ve etkisi.....	12
Şekil 8 : Hibrit tabakanın oluşumu.....	13
Şekil 9: AdperSE Plus'ın süt dişi dentini SEM görüntüsü. Hibrid tabaka ve Rezin uzantısı oluşumu.....	30
Şekil 10: AdheSE One'ın süt dişi dentini SEM görüntüsü. Hibrid tabaka ve Rezin uzantısı oluşumu.....	31
Şekil 11: Adper Single Bond Plus'ın görüntüsü.....	31
Tablo 1: Üç aşamalı ER adeziv sistemlerden bazı örnekler.....	12
Tablo 2: İki aşamalı total etch örnekleri.....	14
Tablo 3: Asitliklerine göre adeziv sistemlerden örnekler.....	16
Tablo 4: İki aşamalı SE adeziv sistemlerden örnekler.....	17
Tablo 5: Tek aşamalı self etch adeziv sistemlerden örnekler.....	18
Tablo 6: Universal adeziv sistemlerden örnekler.....	19
Tablo 7: Bonding ajanların sınıflandırılması.....	20
Tablo 8: 4. Jenerasyon bonding ajanlara örnek.....	23
Tablo 9: 5. Jenerasyon Bonding Ajanlar.....	25
Tablo 10: 6. Jenersyon bonding ajanlar.....	27
Tablo 11: Piyasadaki 7. Jenerasyon Bonding Sistemler.....	29

ÖZET

Geçmişten günümüze adeziv diş hekimliğinde, restoratif işlemler ve kullanılan malzemelerin gelişmesiyle birlikte piyasada birbirinden farklı sistemler bulunmaktadır. Korumak için genişlet prensibinin terk edilmeye başlanıp, minimal invaziv yöntemin benimsenmesiyle çeşitli kompozit materyaller ve diş ile bağlantıyı sağlayacak adeziv sistemler geliştirilmiştir. Buonocore'un asitle pürüzlendirme tekniğini bulmasıyla; adeziv sistemler etch and rinse sistemlerden self-etch sistemlere doğru gelişmektedir. Gerek klinikte hasta başında geçen zamanı azaltmak için ve gerekse hekime uygulama kolaylığı sağlamak ve restorasyonun dayanıklılığını arttırmak için farklı jenerasyon bondingler geliştirilmektedir.

Bu tez çalışması, adezyon ve adeziv sistemlerin tarihi, gelişim aşamaları, adeziv sistemlerin mine ve dentin üzerine etkileri, farklı özelliklerine göre sınıflandırmaları, birbirine göre kıyaslanmaları ve pedodontide adeziv sistem kullanımları hakkında bilgi içermektedir. Bunlara ek olarak adeziv sistemlerin, klinik olgulara göre seçiminde birbirlerine kıyasla avantaj ve dezavantajları yönünden değerlendirildiği çalışmaları içermektedir.

SUMMARY

From past to present in adhesive dentistry, there are different systems in the market with the development of restorative processes and materials used. With the adoption of the minimally invasive method, the principle of expansion for protection has been abandoned, and various composite materials and adhesive systems have been developed that will connect with the tooth. After Buonocore has found acid etching technique; adhesive systems are developing from etch and rinse systems to self-etch systems. Different generation bondings are being developed both to reduce the time spent on the chair side and the time in clinics, to provide ease of application for doctor and to increase the durability of the restoration.

This study includes information about the history of adhesion and adhesive systems, the stages of development, the effects of adhesive systems on enamel and dentin, their classification according to their different features, their comparison of each other and the use of adhesive systems in pedodontics. In addition, it includes clinical studies in which adhesive systems are evaluated in terms of their advantages and disadvantages.

GİRİŞ

Diş çürüğü, dişin sert dokularında madde kaybına ve yıkıma sebep olan, kronik, bulaşıcı ve multifaktöriyel bir hastalıktır [11,28]. Çürük oluşumu sonrasında meydana gelen sert doku yıkımlarının tamiri için dişten enfekte çürük dokusunun uzaklaştırılması [kavite hazırlığı] ve restoratif materyal ile tekrar şekillendirilmesi gerekmektedir. Kavite hazırlanmasında uzun yıllar boyunca “korumak için genişlet” prensibi benimsenmiştir. Adeziv diş hekimliğindeki gelişmeler ile bu yöntem terk edilmiş ve yalnızca çürük dokunun kaldırıldığı ‘Minimal İnvaziv Tedavi’ prensibi uygulanmaya başlanmıştır [91,156].

Son yıllarda estetik kaygıların da artmasıyla beraber restoratif teknik ve materyallerin geliştirilmesini amaçlayan çalışmalar oldukça artmıştır. İdeal bir estetik restoratif materyal; mine ve dentin yüzeyine adezyonla bağlanmalı, düzgün bir yüzeye sahip olmalı ve renk değişikliğine, mikrosızıntılara ve pulpada toksik reaksiyonlara neden olmamalıdır [71]. Kullanılmakta olan kompozit rezin materyaller çok iyi estetik, fiziksel ve kimyasal özellikleri ve çözülmeye karşı dirençli olmaları sebebiyle rutinde kullanılan materyallerdir [137]. Adeziv materyallerin başarısızlık nedenleri arasında en çok bildirilen etkenler; yetersiz kenar uyumu sonucu meydana gelen mikrosızıntılar ve retansiyon kaybıdır [90,91]. Bu gibi problemlerin engellenebilmesi için ideal dental adezivlere ihtiyaç duyulmaktadır [137].

Adeziv malzemelerin geliştirilmesi ve düzenli kullanımı, restoratif ve koruyucu diş hekimliğinin birçok alanında devrim yaratmaya başlamıştır. Adeziv materyallerle kavite preparasyonuna yönelik tutumlar değişmektedir; çünkü mekanik tutunma sağlamak için kırılma çukurlukları, oluklar, andırkat, keskin iç açılar gibi kavite hazırlıkları terk edilmiştir [139]. Adeziv yapıştırıcılar bu nedenle modern diş hekimliğinde restoratif estetik materyallerin başarısı için kritik öneme sahiptir [71]. Adeziv sistemlerin dişe olan adaptasyonunda rezin esaslı materyaller çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu sebeple üretici firmalar iyi bir adaptasyon için en uygun adeziv tekniği ve sistemi bulmak için çalışmaktadırlar [25].

Bu derleme, adeziv bonding sistemlerin tarihi gelişimini, çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılmasını, fiziksel-kimyasal özelliklerini ve bağlanma mekanizmalarını, sınıflandırma yöntemlerine göre piyasadan adeziv örneklerini ve adeziv sistemlerle ilgili güncel gelişmeleri içermektedir.

ADEZYON OLUŞUMUNU SAĞLAYAN KAVRAMLAR

1. ADEZYON

Adezyon kelime anlamı olarak farklı yüzeylerin fiziksel ya da kimyasal bağlanmayla bir arada tutulduğu durumu ifade etmektedir. Restoratif uygulamalarda mineralize diş yapıları ve kullanılan dolgu maddeleri gibi farklı yüzeyler arasında adezyon gerçekleşmektedir [29,44]. Kohezyon, tek bir materyalin atom veya moleküllerinin bir arada olması durumudur. İki materyal arasında daha iyi temas ve bağlantı sağlamak için “adeziv” olarak isimlendirilen bir tabaka gerekmektedir [72].

Diş hekimliğinde, diş yüzeyine bağlanma ara yüzünde 3 tip etkileşim mevcuttur; bunlar fiziksel, kimyasal ve mekanik bağlanmadır.

1.1. Fiziksel Bağlanma

Hidrojen bağı, Van der Waals bağı ya da diğer elektrostatik etkileşimlerle oluşan bağlardır. Kimyasal yapısı olarak farklı düz yüzeylerde bu şekilde bağlantılar oluşur. En zayıf bağlanma şekli fiziksel bağlanmadır [85].

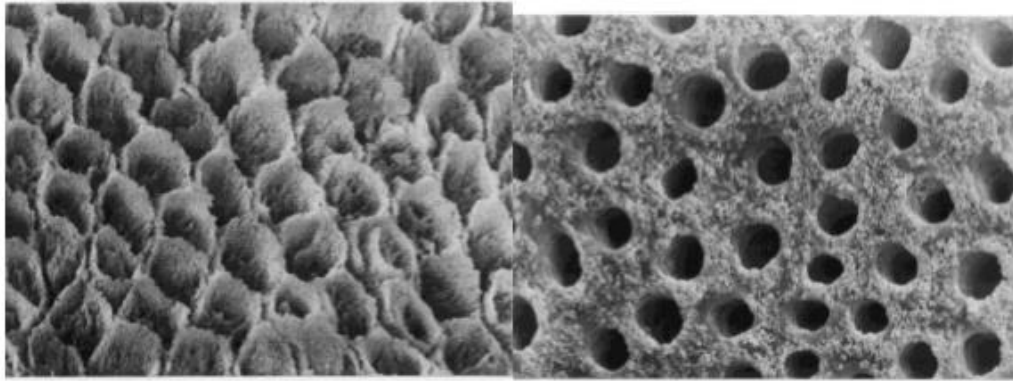
1.2. Kimyasal Bağlanma

Farklı yapıdaki atomlar arasında meydana gelen iyonik, kovalent, metalik ve şelasyon bağlantılarını içerir. Kimyasal bağlantının oluşabilmesi için birden fazla yol vardır. Atomlar arasında oluşan bu bağlantıyı, farklı maddeler arasında oluşturmak kolay olmayabilir. Organosilan maddelerini içeren ajanlarla kimyasal bağlantı oluşturmak mümkün olabilir. Fakat sıklıkla bu bağlantı, yüzey fazları arasında bulunan moleküler boşlukların ıslatılıp materyallerin yüzey adaptasyonunu artırıcı etki olarak kalmaktadır [85]. Genellikle, materyallerin özellikleri benzer olmadığından dolayı, bu bağlanma tipinin genel bağlanma kuvvetine etki ve katkısı oldukça düşüktür [102].

1.3. Mekanik Bağlanma

Bağlantı ara yüzeyinde bulunan girintili çıkıntılı yapılar ve diğer düzensizlikler sonucu oluşmakta ve materyaller arasında bir kilitlenme meydana gelmektedir [102]. Mikromekanik bağlantı esnasında adeziv rezinin dentin içine yayılması iki şekilde olmaktadır. İlki rezinin dentin tübülleri içine penetrasyonu sonucu oluşan mikroskobik mikro uzantılar [microtag]; ikincisi rezinin kollajenler arası boşluklara penetrasyonu ile oluşan mikroskobik nano uzantılardır [nanotag]. Nano uzantıların bulunduğu bağlantı şekli en güçlü bağlantı olarak değerlendirilmektedir [85].

Diş dokularındaki adezyon, mekanik bağlantı sayesinde sağlanmaktadır, bu duruma kimyasal bağlanma da eşlik edebilir [102]. Buonocore'un 1955 yılında asit ile pürüzlendirme tekniğiyle mikro-mekanik bağlanma şeklini fikir olarak ortaya atmasıyla birlikte restoratif diş hekimliğinde bir devrim yaşanmıştır. Bununla beraber polimer yapıdaki adezivlerin kullanımı başlamıştır. Sonraki dönemlerde adeziv sistemlerdeki gelişmelerle diş dokuları ve restorasyonlar arasında güçlü bir bağlantı kurulabilmiştir [22].



Şekil 1: Asit ile pürüzlendirilmiş dentin tübülleri [39].

2. REZİN DENTİN BAĞLANTISI

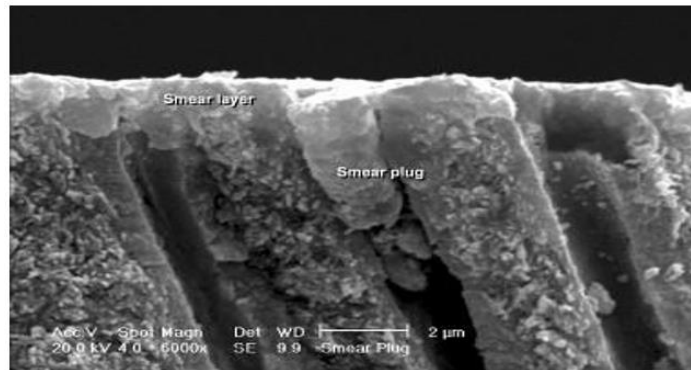
Dentin bağlayıcı sistemler farklı iki adeziv mekanizma ile fonksiyon görürler. Bunlardan ilki, rezin materyalinin dentin tübülleri içinde rezin tag meydana getirerek mikromekanik bağlantı oluşturmaktadır. İkinci bağlanma mekanizması; rezin ve dentin elemanlarının birleşmesiyle meydana gelen hibrit tabaka oluşumudur. Dentinde bulunan kanalların çap ve sayısı pulpadan mine dentin sınırına yaklaştıkça azalmaktadır. Dentin tübülleri içerisindeki sıvı yaklaşık 25-30 mmhg basıncı ile pulpadan dış yüzeye doğru hareket eder. Bundan dolayı dentin daima nemli bir tabakadır. Hidrodinamik teoriye göre; dentin tabakası açığa çıktığında dış uyaranlar ile dentin sıvısının dentin tübülü boyunca hareket etmesi pulpal sinirleri aktive eder ve bu durum ağrıya neden olur. Dış yüzeyine adezyonda dentin içeriği [dentin kanallarının sayısı, çapı, peritübüler ve intertübüler dentin oranları], dentin kalınlığı, yapısı [demineralize veya sklerotik yapıda oluşu], smear tabakası ve hastanın yaşı rol oynamaktadır. Dentin tabakasının homojen olmayan yapısına ek olarak yapının fizyolojik ve patolojik etkenlerden etkilenmesi de adezyon oluşumunda etkilidir. Farklı dentin yapılarında önemli olan kısım dentinin ıslanabilirliğidir [wettability]. Bu yüzden kullanılacak adezivin dentin yüzeyine yayılabilmesi ve dentinin ıslanabilirliğinin iyi olması gerekmektedir [1].

3. SMEAR TABAKASI

Kavite preparasyonu ile diş dokusunun en üst tabakası değişir, diş yüzeyini 1.0 mikron bir tabaka kaplar buna smear tabakası adı verilir. Bununla birlikte dentin tübülleri, tübül içine 1-10 mm derinliğe kadar girebilen debris tagları ile tıkanmaktadır. Bu smear tıkaçları, parçalanmış ve denatüre edilmiş hidroksiapatit ve kollejenden oluşan tabakalar ile bitişik haldedir. Klinik koşullarda, smear tabakası bir fiziksel bariyer olarak davranır ve geçirgenliği %86 oranında azaltmaktadır [1].

Smear tabakasından dolayı düşük bağlanma kuvvetini yenebilmek için iki seçenek vardır:

Bir etch and rinse prosedürünü takiben adeziv uygulamasından önce smear tabakasının kaldırılması ya da smear tabakasının ötesine nüfuz edebilen bağlama ajanlarının kullanımı; self etch yaklaşımıdır. Total-etch adeziv sistemleri durumunda, tabaka esasen fosforik asitle [H3P04] çözülür, sonra durulama aşaması sırasında yıkanır. Self etch aşındırma sistemleri ile çeşitli asidik primerler kullanılır ve / veya smear tabakasını çözündürür. Kalıntılar total-etch sistemlerinde olduğu gibi yıkanma işlemi uygulanmamasına rağmen, dentin substratı ile doğrudan yapıştırıcının etkileşimine izin verir. Her iki yaklaşımda da, mikromekanik kenetlenme mine ve dentin yüzeyine yapışmada temel mekanizmadır [1].



Şekil 2: Smear tabakası [106].

DENTİN BONDİNG AJANLARIN FARKLI KİMYASAL İÇERİKLERİ

Dental adeziv sistemleri genel olarak; rezin bileşenler, organik çözücüler, başlatıcılar ve engelleyiciler ve de farklı markaların üretimine göre doldurucu parçacıklar içermektedirler. Her bir bileşenin önemli katkısı vardır. Bu sebeple bu bileşenlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri, olası etkileri iyi bilinmelidir [30].

1-Oksalat sistemler: %2,5 nitrik asit içeren fenil glisilin solusyonu içermektedir.

2-Gluteralehit HEMA: Smear tabakasını uzaklaştırmak için asit olarak 0,5'lik EDTA içerir. Gluteralehit bulunmaktadır.

3-Hidrofilik monomer BİS GMA: İçeriğinde primer ve ışıkla polimerize olabilen adeziv çeşitlerinde bulunur. Primer, hidroksil grupları içerdiğinden dolayı suya afinitesi olan hidrofilik metakrilat monomer içerir.

4-Poliheksanit metakrilat: Primer, %0,1 lik poliheksanit içerir. Adeziv rezin MPDM (Metakrilat propan diol monofosfat),TEGDMA (trietilen glikol dimetakrilat), UDMA (üretan dimetakrilat) ve kamferokinon içerir.

5-Fosfonat dimetakrilat: Primer, fosfonat dimetakrilat ve kamferokinon; adeziv de BISGMA içerir.

6-Sitrik asit-Ferric klorit: Conditioner ve primer olarak %10 luk sitrik asit, %3'lük ferric klorit ile beraber veya fosforik asit gliserin ile beraber kullanılabilir. Adeziv, 4-META (4metakriloksietil trimetil anhidrat) ve PMMA (Polimetilmetakrilat) ile RTBB-O (okside edilmiş tri-n-butil keton) içerir [141].

ADEZİV DİŞ HEKİMLİĞİNİN AVANTAJLARI

Adeziv tekniklerin uygulandığı restorasyonlar, geleneksel yöntemlerin uygulandığı sistemlere göre daha avantajlı bulunmaktadır.

1- Geleneksel yöntemlerin uygulanmak istendiği vakalarda stabilite ve retansiyonu sağlayabilmek için dişten daha fazla madde kaldırılması gerekmektedir. Adeziv tekniklerin uygulandığı çoğu vakada bu gerekli değildir.

2- Adeziv teknikler, diş ile restorasyon arasındaki yüzeyde mikrosızıntıyı azaltmaktadır. Bunun sonucu olarak kavite duvarlarından bakteri girişi ve ağız içi sıvıların girmesi engellenmiş olur. Dolgu kenarlarındaki renklemeler, ikincil çürük oluşumu ve post operatif hassasiyet oluşumu gibi birçok klinik problemler azaltılmış olur.

3- Adeziv uygulamalar, fonksiyon sırasında meydana gelen streslerin diş yüzeyine yayılmasını sağlar ve zayıflamış diş yapısının daha güçlü olmasını sağlar.

4- Dolgunun yenilenme işlemi, minimal diş preparasyonları ve adeziv tekniklerle daha kolaydır.

5- Adeziv teknikler, estetik uygulamaların yapıldığı işlemlerde de büyük önem taşımaktadır. Basit ve ekonomik preparasyonlarla estetik görünüm sağlanmasına yardımcı olmaktadır[107].

ADEZİV DİŞ HEKİMLİĞİNİN ENDİKASYONLARI

1- Anterior dişlerde meydana gelen renk ve şekil bozukluklarının tedavi edilmesinde uygulanır.

2- Class I , II , III, IV , V ve VI kavite çürük ve tramva nedeniyle meydana gelen defektlerin tedavi edilmesinde kullanılır.

3- Pit ve fissür örtücü tedavilerinde kullanılır.

4- Ortodontik tedavilerde braket yapıştırılma işlemlerinde kullanılır.

5- Endodontik olarak tedavisi yapılmış dişlerin post ve core restorasyonlarında kullanılır.

- 6- İzolasyonu başarılı bir şekilde sağlanmış dişlerde bonding sistemler ile amalgamın preparasyonu yapılmış dişe bağlanmasında kullanılır.
- 7- Periodontal splintlerin dişe yapıştırılmasında kullanılır.
- 8- Tamiri yapılacak restorasyon işlemlerinde kullanılır. (Örnek: kompozit, amalgam, seramik vb.)
- 9- Özellikle anterior dişlerde kırılmış parçanın yapıştırılması işleminde kullanılır.
- 10- Kök yüzeyi açılmış dişlerde hassasiyet giderici olarak kullanılır [107].

İDEAL BİR DENTİN ADEZİVDE BULUNMASI GEREKEN ÖZELLİKLER:

- 1- Hem mine, dentin hem de porselen ve metallere bağlanabilmelidir [Universal bağlanma]
- 2- Mikromekanik ve kimyasal olarak bağlanabilmelidir.
- 3- Polimerizasyon büzülmesi ve fonksiyon sırasında oluşan kuvvetlere karşı koyabilmelidir
- 4- Biyolojik uyumluluğu olmalıdır.
- 5- Kuru ve nemli yüzeylere bağlanabilmelidir.
- 6- Kolayca uygulanabilmelidir Dentin adezivler, kompozit rezinlerin polimerizasyonu sırasında oluşan kontraksiyon kuvvetlerine direnç gösterebilmek için ortalama 17-24 MPa'lık kuvvetle dişe bağlanmalıdırlar.
- 7- Pulpaya iritan etkisi olmamalıdır.
- 8- Raf ömrü uzun olmalıdır [107].

TARİHİ VE GELİŞİMİ

Dental adeziv materyallerin geçmişi, 1949 gibi yakın bir tarihte DeTrey / Amalgamated Dental Company'de çalışan İsviçreli kimyager Dr. Hagger'ın dental adeziv için ilk patent başvurusu yapması ile başlamıştır. Adezyon için sadece dentin substrat olarak kullanılmıştır [118].

1951 yılında, Hagger kimyasal olarak sertleşen reçine malzemesini "Sevriton Cavity Seal" adı ile patentini almıştır. Bu ürün gliserolfosforik asit dimetakrilat, sülfirik asit ve polimerize edilebilen bir yapıştırıcı içeriyordu. Bu adeziv, restorasyon ile diş arasında fiziksel / kimyasal bağları oluşturmak için diş yüzeyleri ile moleküler seviyede aşındırma, dağlama ve etkileşim halinde olan asitli monomer içeriğe dayanmaktadır. Hagger'ın kavramı kısa zaman içinde diğer araştırmacılar tarafından benimsenmiştir. Bundan sonra farklı nesil dental adezivler geliştirilmiştir. Bununla birlikte ilk kez diş yüzeyine bağlanma, hibrid tabaka olarak adlandırılan tabakaya çok benzer bir ara yüzün oluşturulması ile ticari olarak piyasadan temin edilebilir hale gelmiştir [118].

1952 yılında Mclean ve Kramer tarafından bu materyalin "Sevriton Cavity Seal", dişin yapısına kimyasal bir şekilde bağlandığı kabul edilmiştir [87]. Bu, asidik monomer tarafından oluşan dentindeki değişikliklerinin ilk raporu olmuştur ve hibrit katman kavramının öncüsü olarak kabul edilmiştir. 1954 yılında Buonocore, mine yüzeyi asitlenerek adezyonu konusundaki ilk deneylerini başarıyla gerçekleştirmiştir. Dolgu materyali ile bir bağ oluşturabilmek için mine yüzeyini değiştirmeye yönelmiştir. 1955 yılında, çığır açan araştırmasının yanı sıra, adezyon için uygun yüzey sağlayabilecek mine tabakasını değiştirmek ve aynı zamanda akrilik reçinenin fissür ve pitlere tutunmasını iyileştirmek amacıyla %85 lik fosforik asit kullanımını açıklamıştır[22]. Buonocore, Matsui ve Gwinnett'in mine tabakasına nüfuz eden "prizma benzeri" tag'ler oluşturan fosforik asit uygulanmasının etkisini tartıştığı mekanizma, asit etch ile geliştirilip güçlendirilen adezyon mekanizması, 1968 yılına kadar yayınlanmamıştır. Bu rezin tag'ler asitlendirme yapılmamış minede görülmemiştir. Adezyonun

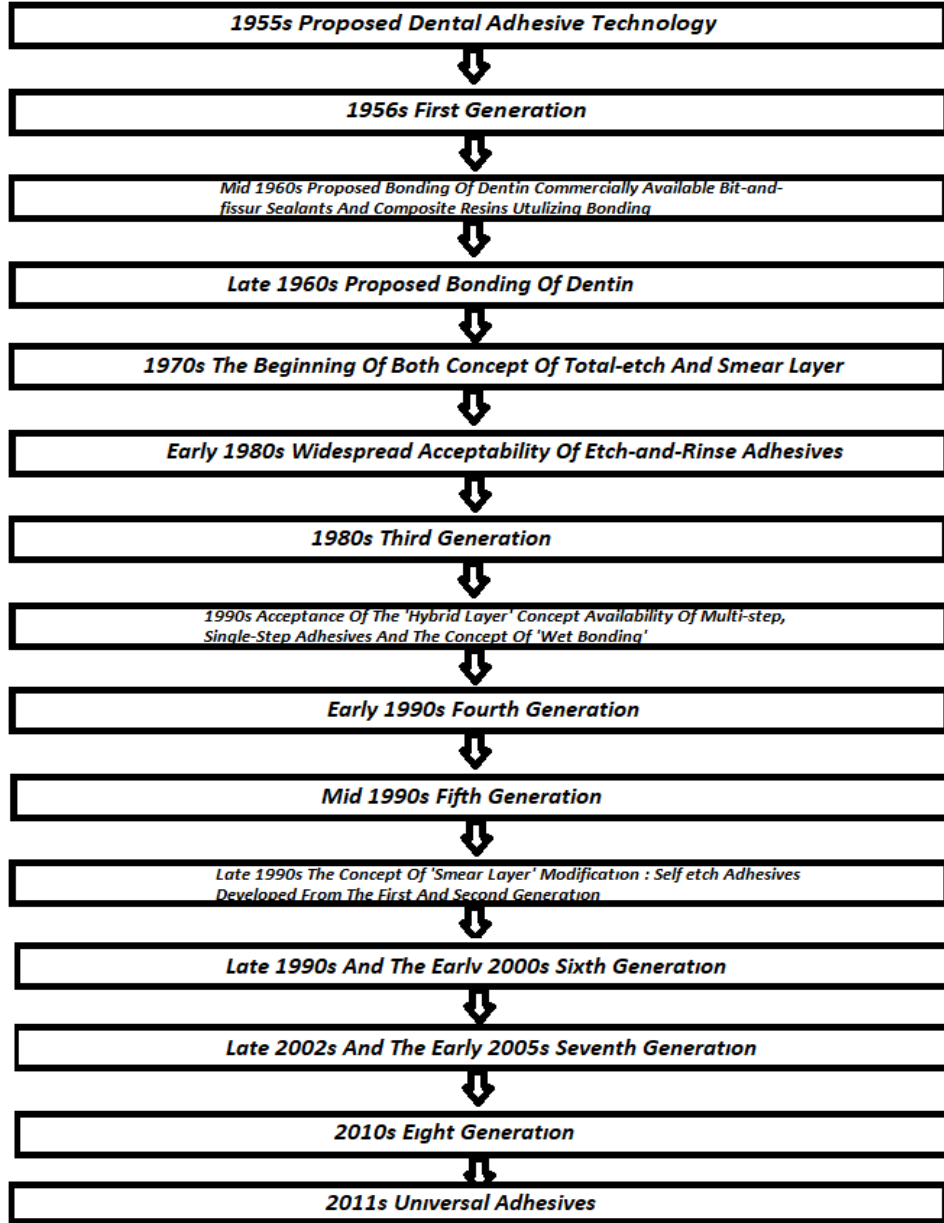
artması ile sonuçlanan fosforik asidin mine tabakası üzerindeki etkisi, günümüz diş hekimliği literatürünün ve Minimal İnvaziv Diş Hekimliğinin önemli bir parçası olmuştur [116].

Fosforik asit ile mineyi aşındırma, reçinenin prizma benzeri rezin taglerini oluşturmak için nüfuz ettiği mikro boyutlu gözeneklerin oluşumuyla sonuçlanmaktadır. Bu durum, ağırlıklı olarak mikromekanik bir mine bağ oluşumunu sağlar [120].

1958 yılında dentine uygulanan aynı kavram, hidrofobik reçinelerin kullanımı sebebiyle sorunlu kalmıştır. Ayrıca, akrilik dolgu malzemelerindeki yüksek oranda polimerizasyon büzülmesinden dolayı, Buonocore'un icatı Restoratif Diş Hekimliğinde çok az etki sağlamıştır. Azalmış polimerizasyon büzülmesine sahip kompozit malzemelerin ortaya çıkması, "Adeziv Diş Hekimliği" dönemine girmek için gerekli koşulları sağlamıştır. 1960'lı yılların ortalarına gelindiğinde, bu yeni adeziv teknolojiyi kullanan ve ticari olarak ilk temin edilebilen pit ve fissür örtücü dolgu malzemeleri ve kompozit reçine materyalleri klinik olarak kullanılmıştır. 1960'lı yılların sonunda Buonocore, teorik olarak etchant nedeniyle oluşturulan boşlukları dolduran rezin taglerin mine adezyonundan sorumlu olduğunu ve dentin ile bağlanmanın mümkün olduğunu göstermiştir [120]. O zamandan beri hem mine hem de dentine yüksek oranda bağlanma kuvveti ve daha fazla bağlanmış ara yüzler sağlayan dental adeziv materyalleri geliştirilmiştir. 1970'li yıllarda, taramalı elektron mikroskopu (SEM) kullanılarak dentin adezyonunu engelleyen smear tabakası ve total etch kavramları ilk kez aynı zamanda gösterilmiştir [32].

1980'lerde, etch-rinse (asitleme-yıkama) adezivi yaygın şekilde kabul edilebilirlik kazanmıştır. Nakabayashi, 1982'de, gerçek hibrit tabaka oluşumunu gösteren ilk kişi olmuştur ve aynı zamanda yeni biyo-kompoziti hibrit tabaka adıyla adlandırmıştır. Ayrıca reçinenin, kolajen fibrilleri ile güçlendirilmiş reçine matrisinden meydana gelen yeni bir yapı oluşturabilmek için asitle dağlanmış dentin içine sızabileceğini göstermiştir. Aynı zamanda, hibrit tabaka, bağlayıcı maddelerin ana bağlama mekanizması olarak kabul edilmiştir. Bu, en iyi şekilde transmisyon elektron mikroskopu (TEM) ile gözlenmiştir, ancak daha sonra argon iyon ışını dağlama işleminden sonra TEM ile daha iyi gözlemlenebilmiştir. 1990'lı yılların başlarında, üç aşamalı total-etch adeziv sisteminin tanıtımı adeziv diş hekimliğinde bir devrimi temsil etmiştir. Dentin fosforik asitle dağlanıp, aşındırılıp ve durulanmıştır. Hibridizasyonu tamamlamak için hidrofobik reçine tabakası uygulanmadan önce hidrofilik primerler kullanılmıştır. 1990'ların sonunda iki aşamalı total-etch adezivler ve iki aşamalı self etch adeziv sistemleri piyasaya sürülmüştür [68].

Orijinal basit bağlayıcı ajanların çok adımlı sistemler ile geliştirilmesine rağmen, son araştırma ve geliştirmeler teknik duyarlılığı ve manipülasyon süresini azaltmak için uygulama prosedürünün basitleştirilmesine yönelmişlerdir [68].



Şekil 3: Adeziv sistemlerin gelişimi [88].

ADEZİV SİSTEMLERİN SINIFLANDIRILMASI

Diş hekimliğinde günümüze kadar birçok adeziv sistem materyali geliştirilmiştir ve aşağıda belirtildiği gibi farklı özelliklerine göre sınıflandırılma yapılmıştır:

- Uygulama aşama sayısına göre
- Uygulama yöntemlerine göre
- Adezivin klinik uygulamalarda mine ve dentin yüzeyine uygulamalarına göre sınıflandırılması
- Tarihsel gelişimlerine göre

A. UYGULAMA AŞAMA SAYISINA GÖRE

- Tek aşamalı adezivler
- İki aşamalı adezivler

c. Üç aşamalı adezivler

B. UYGULAMA YÖNTEMLERİNE GÖRE

a. Smear tabakasının üzerine uygulanan adeziv sistemler

Bu adeziv sistemler (1. ve 2. nesil) direkt olarak smear tabakasına üzerine bağlanmaktaydılar. Dayanıklılık açısından istenilen klinik başarı elde edilemediğinden dolayı kullanımları terk edilmiştir [34].

b. Smear tabakasını ortadan kaldıran adeziv sistemler

Etch and rinse adeziv sistemler (4. Ve 5. nesil) olarak bilinmektedirler. Mine ve dentin yüzeyine asit uygulayarak smear tabakasının uzaklaştırılması, hibrit tabakanın oluşumu amaçlanmaktadır. Smear tabakanın tamamen kaldırılması sonucu hidrodinamik sıvı hareketi nedeniyle dentin hassasiyeti oluşabilmektedir. Açık dentin kanallarından, tübüllerden pulpaya doğru bakteri geçişi olasılığı vardır. Ve ayrıca uygulanan asitlerin; derişiminin yüksek olması, kullanım hassasiyetine uyulmaması gibi durumlarda pulpa dokusunda sitotoksik etkiler gibi çeşitli sorunlar olabilmektedir[34,148].

c. Smear tabakasını modifiye eden adeziv sistemler

Self-etch adeziv sistemler (6. 7. ve 8. nesil) olarak da adlandırılırlar. Zayıf asidik primerler içerirler bu sayede smear ve dentin tabakasını kısmen demineralize etmektedirler. Sonuç olarak smear tabakasını tamamen ortadan kaldırmadan hibrit tabakaya dahil edip bağlantının oluşmasını sağlarlar [149].

Bazı araştırmacılar, smear tabakasının mikroorganizmaların ve toksinlerin pulpa tabakasına ulaşmasında bir engel olarak bulunabileceğini bildirmişlerdir. Bu araştırmacılara göre smear tabakası; bir difüzyon bariyeri gibi davranarak dentin tabakasının geçirgenliğini %86 oranında azaltmıştır. Bundan dolayı ilk üretilen adeziv sistemlerde, smear tabakasını kaldırılmadan dentin yüzeyine bağlantı denenmiş fakat istenilen başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Günümüzde kullanılmakta olan adezivler, smear tabakasını ya tamamen ortadan kaldırma ya da modifiye etme prensiplerine göre kullanılmaktadır [107,120,149].

C. ADEZİVİN KLİNİK UYGULAMALARDA MİNE VE DENTİN YÜZEYİNE UYGULAMALARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI

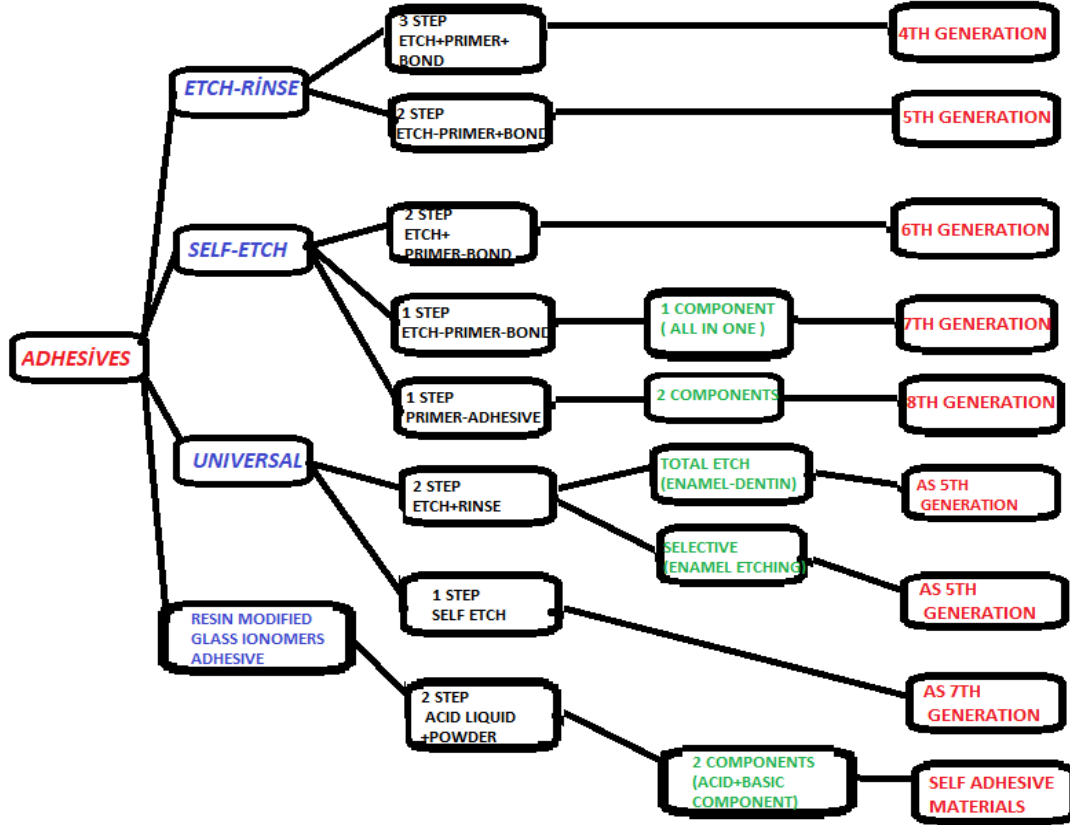
Araştırmacılar, adeziv sistemlerin sınıflandırılmasında tarihsel gelişim sınıflamasının tam olarak bilimsel temellere dayanmadığını ifade etmiştir. Bundan dolayı adeziv sistemlerin uygulama yöntemlerine ve dentinle etkileşimlerine göre sınıflandırılma yöntemlerinin daha kolay ve güvenilir olduğu düşünülmektedir [54,146].

Bu bilgiler doğrultusunda adeziv sistemleri uygulama yöntemlerine göre sınıflandırılma yapıldığında dört başlık altında incelenmektedir [29,44,146].

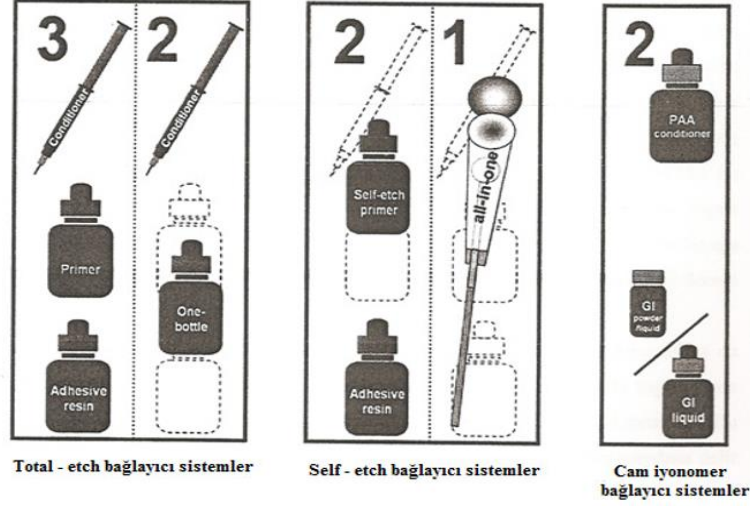
1. Etch and Rinse Adeziv Sistemler

- a) Üç Aşamalı (4. Nesil)
- b) İki Aşamalı (5. Nesil)

2. Self Etch (SE) Adeziv Sistemler
 - Kuvvetli SE Adezivler ($Ph \leq 1$)
 - Orta Derece Kuvvetli SE Adezivler ($Ph \approx 1,5$)
 - Hafif Etkili SE Adezivler ($Ph \geq 2$)
 - Zayıf Etkili SE Adezivler ($Ph \geq 2,5$)
 - a) İki Aşamalı (6. Nesil)
 - b) Tek Aşamalı (7. Nesil)
3. Universal Adeziv Sistemler
4. Cam İyonomer Adeziv Sistemler (147).



Şekil 4 : Adezivlerin sistemlerin sınıflandırılması [88].



Şekil 5: Modern dentin bağlayıcı sistemlerin sınıflandırılması [150].

1. ETCH AND RINSE ADEZİV SİSTEMLER [TOTAL ETCH]



Şekil 6 : Buonocore'nin mine yüzeyini fosforik asitle pürüzlendirmesi [22].

1955'de Buonocore'un %85'lik fosforik asit ile pürüzlendirme yöntemiyle mine yüzeyine adezyonu tanımlamasından sonra adeziv sistemlerde asit ile pürüzlendirme işlemi altın standart olarak kabul görmektedir [84,101]. Etch-rinse adeziv sistemler, önce %30-40'lık fosforik asitle hem mineye hem de dentine pürüzlendirme uygulanmıştır [127,146]. Mine yüzeyinden hidroksiapatitler uzaklaştırılıp derin gözenekler elde edilirken, dentin yüzeyinde birkaç mikrometrelik demineralize alandan kollajenler açığa çıkarılmaktadır [108]. Etch-rinse adeziv sistemler kullanımlarına göre:

Asitle pürüzlendirme, primer ve adeziv resin uygulanmasını içeren üç aşamalı sistem Primer ve adezivin tek şişede birleştirildiği iki aşamalı [one bottle] sistem olarak iki sınıfta incelenmektedir [127,139].

1.1 Üç Aşamalı Etch -Rinse Adeziv Sistemler

Çalışmalara göre; tıkaçların ve smear tabakanın varlığında resin ile dentin tabakası arasında istenilen miktarda kuvvetli bir bağlanma sağlanamamıştır. Bu nedenlerden dolayı

dentin dokusu asit ile pürüzlendirilir. Total-etch terimi; hem mine hem de dentin dokusunun aynı asitle, farklı sürelerde pürüzlendirilmesini tarif etmektedir. Aşamalar şu şekildedir:

1-Asit uygulama

2-Primer uygulama

3-Adeziv uygulama [161].

İlk aşamada yüzey asit ile pürüzlendirilir. Genellikle %30-40' lık fosforik asit uygulaması yapılarak smear tabakası kaldırılır. Daha sonra yüzey su ile yıkanarak asit uzaklaştırılır. İkinci aşamada ise HEMA, NTG-GMA, PENTA gibi farklı komponentler bulunduran Primer yüzeye uygulanır. Primer yapısında bulundurduğu çözücünün uçmasıyla ince bir tabaka halinde dentin yüzeyine bağlanmış olur. Üçüncü aşamada Adeziv uygulanır [161].

Etch-rinse adeziv sistemlerde asitlemenin amacı pürüzlendirme aşaması ile minenin yüzey alanı ve yüzey enerjisini arttırmaktır [93]. Asitle pürüzlendirme işleminde, yüzeye uygulanan asidin yoğunluğu, bulunduğu form (solüsyon, jel, semijel), uygulama süresi, yöntemi, diş sert dokusunun mineral içeriği ve geçirgenlik düzeyi önem taşımaktadır [12,80]. Minenin asitlenip pürüzlendirilmesiyle 5-50 µm derinliğinde sonuçları iyi etkileyen pöröz bir tabaka oluşturulmaktadır. Semijel formu mineyi daha iyi ıslatmaktadır. İçerdiği benzalkonyum klorid antimikrobial etkilidir [6,33,46]. Asitleme işleminin minede oluşturduğu mikropöröz alanlara rezin monomerlerinin infiltrasyonu ve polimerizasyonu ile mikromekanik bağlanma meydana gelmektedir[101]. Dentin dokusuna uygulanan asit, hidroksiapatit kristallerini çözerek dentin yüzeyinden uzaklaştırmaktadır. Asit uygulanma ve yıkanma sonrası nemli bırakılan dentine primer uygulanmaktadır. Son adımda bonding ajan olarak tanımlanan adeziv rezin, primer uygulanmış dentin yüzeyine sürülmektedir [124].

Etch-rinse sistemler mine yüzeyine en etkili ve dayanıklı bağlanmayı sağlayan yöntemdir. Hidroksiapatit kristallerine asit uygulaması [genellikle %30-40 fosforik asit] ile çözülmesini ardından meydana gelen alanlardaki kapiller çekim sonucu rezinler yüzeye absorbe olup ve polimerize edilmektedir. Asitlenmiş yüzeyde iki farklı rezin uzantısı gözlenmektedir:

Mine prizmalarının çevresini saran makrotağlar

Mine prizmalarının içerisine nüfuz eden mikrotağlar.

Mineye retansiyon sağlamada mikrotağların daha önemli olduğu düşünülmektedir[163].

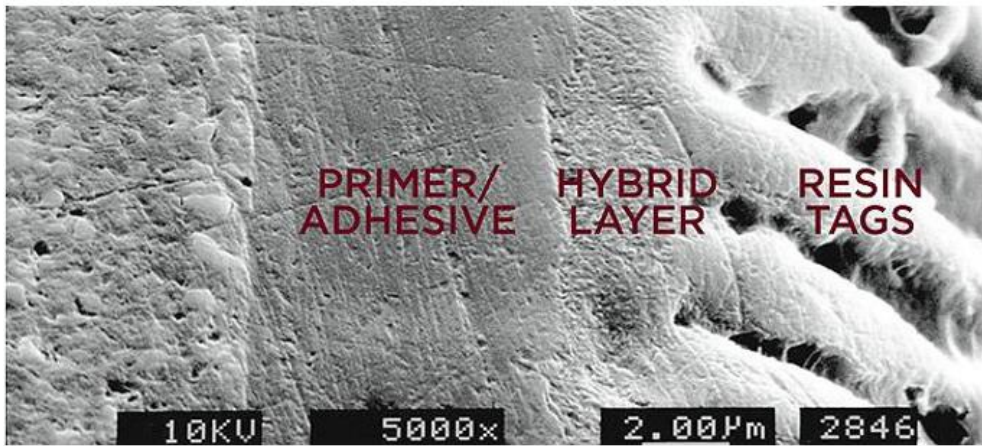
Bağlanmanın uzun ömürlülüğü açısından, özellikle de kavite marjinleri dentinde olduğu durumlarda, üç aşamalı etanol-su bazlı total etch adezivler hala "altın standart" olarak kabul edilmektedir [50].

Tablo 1. Üç aşamalı ER adeziv sistemlerden bazı örnekler [13].

3 AŞAMALI ER ADEZİV SİSTEMLER	ÜRETİCİ FİRMA/MARKA
Adper Scotchbond Multi-Purose	3M ESPE
Scotchbond Multi-Purose	3M ESPE
All Bond 2	Bisco
All Bond	Bisco
Bond-It Pentron Denthesive	Hereaus- Kulzer
EBS	3M ESPE
Gluma Solid Bond	Hereaus- Kulzer
Optibond FL	Kerr
Paama 2	SDI
Permagen	Ultradent
Permaquik	Ultradent
Probond	Dentsply
Solobond Plus	Voco
Syntac	Ivoclar Vivadent
Tenure Multi Purpose	Den-Mat
ABC Enhanced	Chamelon
AELİTEBOND	Bisco
Amalgambond Plus	Kuraray
Clearfil Liner Bond	Kuraray
Dentastic	Pulpdent
Denthesive	Hereaus- Kulzer
Quadrent Unibond	Cavex
Resto Bond 3	Lee Pharmaceuticals

BAĞLANTININ GERÇEKLEŞME MEKANİZMASI

Minede iyi bir bağlanma oluşabilmesi için hava ile kurutma işlemi gerekir. Demineralize dentinin kurutulması esnasında ise kollajen fibrillerin büzülme riski olduğundan dolayı dentini nemli tutmak oldukça önemlidir. Bu tekniğe "wet bonding" veya "nemli bağlanma" adı verilmektedir. Yüzeyin nemli bırakılması ile kollajen lifler arası boşluklar su ile desteklenir ve liflerin büzülmesi böylelikle önlenmiş olmaktadır. Asit uygulaması sonrası açığa çıkan yüksek protein içeriği dentin yüzeyinin kritik yüzey gerilim değerinin düşmesine ve bunun sonucu olarak da dentinin ıslatılmamasına; bağlanmanın zorlaşmasına neden olmaktadır. İkinci adım olarak uygulanan primer, demineralize dentin alanının kritik yüzey gerilim değerini arttırmaktadır [99,101].



Şekil 7: 3 aşamalı adeziv sisteminin diş yüzeyine uygulanması ve etkisi [99].

Primer maddeler su, aseton ve etanol gibi organik çözücü içinde hidrofilik monomerler içermektedir. Asitlenmiş dentin yüzüne uygulanan primerler, kollajen ağındaki su ile yer değiştirir ve böylece monomerin infiltrasyonunu kolaylaştırmış olur [99]. Bununla hibrit tabakanın bağlanma dayanıklılığı artmış olur. Primer içinde bulunan HEMA (2-hydroxyethyl methacrylate) hidrofilik ve hidrofobik iki fonksiyonel grup içeren bir rezindir. Hidrofilik grup, dentin yüzeyine tutunurken, hidrofobik grup kompozit rezine tutunur [146]. HEMA ; moleküler ağırlığı düşük ve hidrofilik özellikte olması nedeniyle ıslatma yeteneği iyi bir monomerdur [45].

HEMA dışındaki primer olarak kullanılan monomerler:

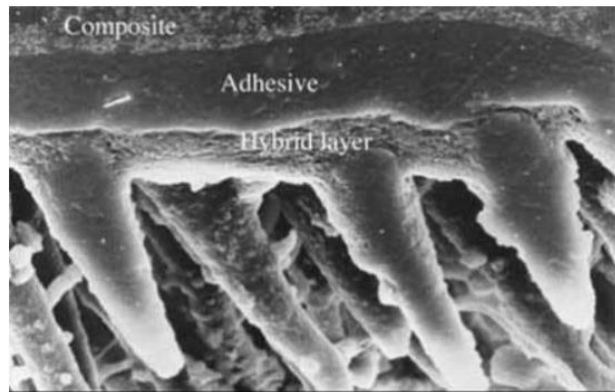
- N-toliglisinsidil metakrilat (NTG-GMA),
- Bisfenildimetakrilat (BPDM),
- Piromellitik asit dietil metakrilat (PMDM)
- Dipenta eritrol pentaakrilat mono- fosfat (PENTA)
- 4 metakriloksietil trimelliat anhidrid (4META)

Özetle primerler, kimyasal yapıları farklı dentin yüzeyi ile rezini uyumlu hale getirmektedir [33,45]. Daha sonra bonding ajan (adeziv rezin primer) dentine sürülmektedir.

Bonding ajanlar:

- Bis-GMA (bisphenylglycidyl dimet- hacrylate)
- TEG-DMA (triethylene glycol dimethac- rylate)
- UDMA (urethane dimethacrylate) gibi viskozitesi düşük hidrofobik monomerlerden oluşmaktadır. Zayıf infiltrasyonla sonuçlanmaktadır [130]. Adezivlerin infiltrasyonunu arttırmak amacıyla hidrofilik yapıda olan HEMA gibi monomerler eklenmektedir. Bir bonding ajanın dentine yeterince etkili bir şekilde infiltre olabilmesi için hidrofilik gruplar, Bis-GMA gibi monomerler ve kopolimerizasyonu için hidrofobik grupların bulunması gerekmektedir [111,115].

Tübüler rezin tag oluşumu ve hibrit tabakanın sabitlenmesi, bonding ajanının intertübüler dentine penetrasyonu ve polimerizasyonu ile sağlanmaktadır. Primer yüzeye uygulandıktan sonra meydana gelen hibrit tabaka, bağlayıcı ajanla polimerize olmaktadır [46].



Şekil 8 : Hibrit tabakanın oluşumu [46].

Bu teknikte, dentin tabakasının aşırı derecede asitlenmesi veya yıkama işleminden sonra yüzeyin aşırı derecede kurutulması meydana gelen bağlanmanın zayıf olmasına neden olmaktadır. Bununla beraber nem kontrolünün zor olması ve uygulama basamaklarının fazlalığı hata yapma olasılığını arttırmaktadır [146]. Bundan dolayı üç aşamalı Etch-rinse adeziv uygulamalarında rezin infiltrasyon ve hibridizasyonun yetersiz olması, hidrolitik bozulma, desteksiz kollajen varlığı ve postoperatif hassasiyet görülebilmektedir [59,132]. Su veya

solventlerin de yüzeyden tam olarak uzaklaştırılmaması hidrolitik bozulmaya sebep olmaktadır [37]. Ayrıca derin kavitelere pulpa dokusunun kaide materyali ile korunmadığı vakalarda asit uygulaması irreversibl pulpitislere neden olmaktadır [55]. Bu nedenlerden dolayı üreticiler üç aşamalı etch-rinse adeziv sistemlerini basitleştirmeye yönelmişler ve iki aşamalı etch-rinse adeziv sistemi geliştirmişlerdir [17].

1.2 İki Aşamalı Etch Rinse Adeziv Sistemler

İki aşamalı etch-rinse sistemler üç aşamalı sistemde olduğu gibi fosforik asit ve yıkama adımlarını içerir. İki aşamalı sistemde, primer ve adeziv rezin beraber uygulanır ve rezin kompozit uygulanmadan önce yüzey ışıkla polimerize edilir [93].

Bu sistem hidrofobik olan bonding ajanla, hidrofilik ve solvent içeren primeri tek bir solüsyonda birleştirildiği için "one bottle" olarak adlandırılır [104,117]. Bu sistemde de 3 aşamalı olduğu gibi nemli bağlanma şarttır. Sistemin üretilmesindeki amaç işlem sayısını ve teknik hassasiyeti azaltmak olsa da ikinci adımın birkaç kez uygulanması önerisi ile sürenin uzamasına neden olabilmektedir. Bununla beraber asit uygulanan dentin yüzeyi üzerine primer ve bonding ajanın beraber uygulanması dentin yüzeyinin iyi örtülmesini ve hibridizasyonun etkinliğinin azalmasına neden olabilmektedir. Polimerizasyon büzülmesinin fazla olduğu durumlarda, postoperatif hassasiyet riski artmaktadır [112,123].

Tablo 2: iki aşamalı total etch örnekleri [13].

İKİ AŞAMALI ER ADEZİV SİSTEMLER	ÜRETİCİ FİRMA
Admira Bond	Voco
Adper Single Bond 2	3M ESPE
Bond-1	Pentron
Clearfil New Bond	Kuraray
Clearfil Photo Bond	Kuraray
Excite	IvoclarVivadent
Excite DSC	IvoclarVivadent
Gluma Comfort Bond	Heraeus-Kulzer
Gluma 2 Bond	Heraeus-Kulzer
One Coat Bond	Coltane/Whaledent
One Step	Bisco
One Step Plus	Bisco
Optibond Solo Plus	Kerr
Optibond Solo Plus Dual-Cure	Kerr
Prime&Bond NT	Dentsply
Prime&Bond NT Dual-Cure	Dentsply
Solobond M	Voco
Stae	SDI
Teco	Zenith/DMG
Tenure Quik	Den-Mat
Te-Econom	Ivoclar-Vivadent
XP Bond	Dentsply

2. SELF ETCH ADEZİV SİSTEMLER

Self-etch primer sisteminde asit primerle tek uygulamada kombine edilmiştir [93]. Etch and rinse adeziv sistemlerle ilgili devam eden sorunlar self etch adeziv sistemlerin gelişmesine neden olmuştur. Smear tabakasının dentin ve pulpayı irritasyonlara karşı koruduğu

düşüncesinden hareketle smear tabakayı içeren bir hibrit tabakanın oluşturulması amaçlanmıştır [57]. Asitleme ve yıkama aşamaları elimine edilerek asidik monomerle mine ve dentin yüzeyi eş zamanlı olarak demineralize edilmektedir[53]. Solventin buharlaşması için beklenildikten sonra adeziv rezin uygulanıp ışıkla polimerizasyon sağlanmaktadır [93]. Self-etch adezivlerde dentin yüzeyinden mineraller uzaklaşırken, rezin monomerler eş zamanlı olarak infiltre olmaktadır [129].

Self etch adeziv sistemler dentin tabakasıyla etkileşim derecelerine göre;

I.Kuvvetli SE Adezivler ($Ph \leq 1$)

II.Orta Derece Kuvvetli SE Adezivler ($Ph \approx 1,5$)

III.Hafif Etkili SE Adezivler ($Ph \geq 2$)

IV. Zayıf Etkili SE Adezivler ($Ph \geq 2,5$) şeklinde sınıflandırılmaktadır [53].

I. Kuvvetli Self Etch adeziv sistemler

Yüzeyde derin demineralizasyon sağlamaktadırlar ve etch-rinse adeziv sistemlere benzeyen bağlanma mekanizmaları vardır. Dentin tabakasındaki kollajen fibrilleri açığa çıkarıp hidroksiapatit kristallerini çözerler. Dentine infiltrasyonu derindir, bundan dolayı meydana gelen hibrit tabaka kalındır, rezin taglar mevcuttur [132]. Bu hibrit tabaka etch and rinse adeziv sistemde oluşan hibrit tabakaya çok benzer yapıdadır [99]. Su, dentin yüzeyinden tamamen uzaklaştırılmadığından dolayı polimerizasyon esnasında açığa çıkan fazla su bağlanmayı olumsuz etkilemektedir. Ve bu durum sızıntı riskini arttırmaktadır [86,152].

II. Orta derece kuvvetli Self Etch adeziv sistemler

Dentin yüzeyinde yeterli demineralizasyon sağlamaktadırlar. En önemli avantajlarından biri kollajen fibrilleri, hidroksiapatit kristallerinin etrafında tutmalarıdır. Böylece demineralize dentin dokusunda kollajenler arası hidroksiapatit kristallerindeki kalsiyum iyonu ile self etch adeziv sistemlerde bulunan karboksilik asit ya da fosforik asit monomerleri arasında kimyasal etkileşim oluşmaktadır. Bu özellik sayesinde hem mikromekanik bağlanma hem de kimyasal bağlanma ile uygulanan restorasyonun dayanıklılığı konusunda avantaj sağlanmış olmaktadır. Kollajenleri hidrolize karşı koruyarak meydana gelen bağlanmanın erken bozulmasının önüne geçmektedir. Mine dokusuna da dentin dokusu kadar iyi bir bağlanma başarısı gösterdiği bildirilmektedir [25,129].

III. Hafif etkili Self Etch adeziv sistemler

Smear tabakası hibrit tabakada yer almaktadır. Bu sayede pulpadan gelen sıvı hareketi ile rezin monomerlerinin çözünmesi engellenmeye çalışılmaktadır. Bu yöntemle dentin tabakası oldukça yüzeysel şekilde demineralize edilerek, kimyasal etkileşim oluşabilmesi için kollajen fibrillerin etrafında hidroksiapatit kristallerinin kalmasına izin verilmektedir [150,157]. Bu durum bağlanmanın kısa sürede bozulmasını önlemiş olsa da monomer infiltrasyon derinliğinin 1 μm 'den az olmasına ve yetersiz miktarda rezin penetrasyonu ileri zamanda nanosızıntıya sebep olabilmektedir. Mine yüzeyinde tam bir pürüzlendirme işlemi gerçekleştirilmediğinden dolayı minede bizotaj işlemi yapılması önerilmektedir [129,143].

IV. Zayıf etkili SE Adeziv Sistemler

Hem mine dokusu hem de dentin dokusuyla yüzeyel bir etkileşim meydana gelmektedir. Dentin tabakasında kollajen fibriller açığa çıkmamaktadır. Hibrit tabaka kalınlığı yaklaşık olarak 0,2 µm olduğu bildirilmektedir[143,150,152].

Tablo 3: Asitliklerine göre adeziv sistemlerden örnekler [13].

ASİDİTELERİNE GÖRE ADEZİV SİSTEMLER	pH
Nano Bond	PH=1.2
Prompt L-Pop2	PH=0.8
Clearfil SE Bond	PH=1.9
UnifillBond	PH=2.2
One-UpBondF	PH=2.6
AQ Bond	PH=2.1
Xeno IV	PH=2.5
All-Bond SE	PH=2.2
Xeno III	PH=1.4
Optibond All in One	PH=2.5-3
Futurabond NR	PH=.1.4
Clearfil Protect Bond	PH=1.9
Clearfil S ³ Bond	PH=2.7
Panavia ED Mixed Primer	PH=2.6
Adper Prompt L-Pop	PH=0.4
Tyrian SPE	PH=0.5
AdheSE	PH=1.7
OptiBond Solo Plus SE	PH=1.5

Self Etch Adezivlerin Uygulama Prosedürlerine Sınıflandırılması

- a) İki Aşamalı Self Etch Adezivler
 - Antibakteriyel Self Etch Adezivler
- b) Tek Aşamalı Self Eetch Adezivler [All in One]
 - Tek Komponentli Self Etch Adezivler
 - İki Komponentli Self Etch Adezivler
 - Tek Aşamalı Universal [Multimode] Adezivler olarak sınıflandırılmaktadır [33,58].

a) İki Aşamalı Self Etch Adeziv Sistemler

Birinci aşama; asidik monomer eklenmiş hidrofilik primer solüsyonundan, ikinci aşama hidrofobik bonding ajan uygulamasından oluşturmaktadır. Asidik primer uygulanan yüzeye bonding ajan uygulaması yapıldıktan sonra iki tabakanın birlikte ışıkla polimerizasyonu sağlanmaktadır. Bu sistemlere eklenen fonksiyonel asidik monomerler:

- 4-methacryloyloxyethyl trimellitic anhydride (4-META),
- 2- methacryloyloxyethyl phenyl hydrogen phosphate (Phenyl-P)
- 10-methacryol- yloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP)

Bu monomerler açığa çıkan hidroksiapatit kristalleri ile içerdikleri kalsiyum arasında elektrostatik etkileşim oluşmaktadır [53,60,159]. ‘Adezyon-Dekalsifikasyon’ yöntemi olarak

adlandırılan bu etkileşime göre; kalsiyum-monomer kompleksinin stabilitesine bağlı olarak iyonik bağlanma; ya diş sert dokusunu demineralize etmektedir ya da içerdiği kalsiyum ile kimyasal bağlantı oluşturmaktadır. Böylece hibrit tabakayla pürüzlendirilen yüzey arasındaki boşluk minimize edilmektedir [38,152,158].

Tablo 4: İki aşamalı SE adeziv sistemlerden örnekler [13].

İKİ AŞAMALI SE ADEZİV	ÜRETİCİ FİRMA
AdheSE	Ivoclar Vivadent
Adper SE Plus	3M ESPE
ART Bond	Coltane/Whaledent
Clearfil Liner Bond 2V	Kuraray
Clearfil SE Bond	Kuraray
Clearfil Protect Bond	Kuraray
Contax	Zenith/DMG
Frog	SDI
FL-Bond	Shofu USA
GC Unifill Bond	GC America
OneCoat Self Etching Bond	Coltane/Whaledent
Tyrian SPE/ One Step Plus	Bisco
Nano-Bond	Pentron
Prelude SE	Danville Materials

Günümüzde antibakteriyel etkili adeziv sistemler geliştirilmektedir. Gluteraldehit gibi maddeler adeziv sistemlere eklenerek antibakteriyel özellik kazandırmıştır. Bunlara örnek olarak , Gluma, Syntac ve Probond verilebilir. Clearfil Protect Bond ürünü ise MDPB [methacry- loyloxydodecylpyridinium bromide] monomeri içermektedir. Bu self etch ürün streptokokus mutans gibi rezidüel bakterilere karşı güçlü bakterisid aktiviteye sahiptir ve antibakteriyel etkili self etch adeziv olarak üretilmiştir. Polimerizasyon işleminden sonra MDPB, primer içinde sabit bir şekilde kalabilmektedir. Antibakteriyel etkinliği yüzeyde uzun süre devam etmektedir[10,67].

b) Tek Aşamalı Self Etch Adeziv Sistemler

Karıştırma işlemi gerektirmeyen tek basamaklı sistemler (All-in-One' adezivler) adeziv sistemlerdeki güncel yaklaşımlardandır. Asidik monomer, bonding ajan ve primer birlikte bulunur ve tek aşamada uygulanmaktadır. Bu şekildeki adeziv sistemlerde smear tabakasını çözebilmek ve dentin tabakasını demineralize edebilmek için daha yüksek oranda su bulunmaktadır [105]. Fazla miktarda olan bu hidrofilik özellik, polimerizasyon işleminden sonra dentin tabakasından su geçişine izin vermektedir. Bunun sonucu olarak da hidrolitik bozulmaya sebep olan su kabarcıklarını oluşturmaktadır [83,127]. Adeziv rezinin ışıkla ile polimerize edilip sertleşmesi sırasında ısı açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan bu ısı, suyun rezin tabakaya kanallar şeklinde yayılmasına sebep olmaktadır. Meydana gelen bu görüntü su ağaçları olarak adlandırılmaktadır. Zamanla hidrolitik yıkımın başlama noktaları ve nanosızıntılardan sorumlu olabileceği düşünülmektedir [27,33,84].

Tek aşamalı self-etch adeziv sistemlerin bağlanma etkinliklerini ve devamlılığını arttırabilmek için öneriler;

1. Basitleştirilmiş adeziv sistemlerin içerdiği hidrofilik monomerleri bağlanma ömrünü önemli derecede düşürmektedir. Bundan dolayı ilave bir hidrofobik tabaka kullanılmasıyla, materyalin su absorpsiyonunu önlenabilir. Böylece hibrid tabakanın stabilizasyonunun sağlanmasına yardımcı olunabilir.

2. Polimerizasyonun daha iyi olması için ve geçirgenliği azaltmak için üretici firmanın önerdiğinden daha uzun süre polimerizasyon uygulanabilir.
3. Dentin ara yüzeyi zamanla yaşlanmaktadır. Klorheksidin uygulaması ile bu durumun nedenlerinden biri olan kollajen fibrillerinin endojen dentin enzimleri tarafından yıkılması engellenebilmektedir.
4. Daha uzun uygulama süresi, farklı uygulama şekilleri ile adezivin dentine emdirilmesini kuvvetlendirebilir [18].

Tablo 5: Tek aşamalı self etch adeziv sistemlerden örnekler [13].

Tek Aşamalı Se Adeziv Sistemler	Üretici Firma
İki Komponentli SE Adeziv Sistemler	
Adper Prompt L-Pop	3M ESPE
All-Bond SE	Bisco
AQ Bond	Sun Medical Co.
Brush&Bond [Hybrid Bond]	Parkell
Clearfil DC Bond	Kuraray
Futurabond DC	Voco
Futurabond NR	Voco
Gloss-N-Seal/Tenure Uni-Bond	Den-Mat
Reactmer Bond	Shofu
Touch&Bond	Parkell
One-Up Bond F	Tokuyama Dental Corp./ USA
Xeno III	Dentsply/Caulk
Xeno IV	Dentsply/Caulk
Tek Komponentli SE Adeziv Sistemler	
AdheSE One	Ivoclar Vivadent
Adper Easy Bond	3M ESPE
Clearfil S ³ Bond	Kuraray
Futurabond M	Voco
G-Bond	GC America
Go!	SDI
İBOND	Heraeus Kulze
Optibond All-in-One	Kerr Corp
One Coat 7.0	Coltène/Whaledent
Xeno V	Dentsply

Buraya kadar incelenen sistemlerin adeziv özellikleri kıyaslandığında iki aşamalı self-etch adeziv sistemler altın standart olarak kabul edilen etanol bazlı üç aşamalı total-etch adeziv sistemlerin dayaklılığına en çok yaklaşan sistemler olmuştur. Ve manipülasyon kolaylığı, azalmış teknik hassasiyetleri nedeniyle de dikkat çekmektedir[35].

3. UNIVERSAL ADEZİVLER

Self etch adezivlerin dezavantajlarını ortadan kaldırabilmek amacıyla ‘Universal’ ya da ‘Multimode’ olarak adlandırılan yeni ürünler geliştirilmiştir. Universal adezivlerde $pH \geq 2$ ’ dir [103,152]. Günümüzde üretilen universal (multi-mode) adezivler : kopolimer (örneğin poliakrilik asit), doldurucu ve silan molekülleri içermektedirler[41].

Multimode adeziv sistemler minde (selektif asitleme yapılarak) etch-rinse, dentinde de self etch adeziv olarak kullanılmaktadır. Bu adezivler geleneksel tek aşamalı self etch adeziv sistemlere benzer içeriğe sahiptirler. Hidroksiapatit içerisinde bulunan kalsiyuma bağlanan karboksilat ve fosfat monomeri içermektedir. Universal sistemlerde bu monomerlere ek olarak,

metakriololoksidetil dihidrojen fosfat (10-MDP), silan, poliakrilik asit gibi monomerler bulunmaktadır. Yapılan çalışmalara göre, minenin selektif asitlenmesi ile Universal self etch adezivlerin tek aşamalı sistemlerden daha iyi bağlanma ($\approx 40\text{MPa}$) göstermiştir. İçeriğinde bulunan 10-MDP monomeri sayesinde hem mine hem de dentin yüzeyinde mikromekanik bağlanmaya kimyasal bağlanma da eşlik etmektedir [103,160].

Mine ve dentin yüzeyinde oluşan mekanik ve kimyasal bağlanmanın yanı sıra Universal adeziv sistemlerin en önemli avantajlarından biri de restoratif işlem çeşitliliği ve adezyon stratejisi sağlanabilmesidir. Fakat Universal adeziv sistemlerin de diğer tek aşamalı self etch adeziv sistemler gibi su içermesinden dolayı hidrolitik yıkım meydana gelmektedir. Bundan dolayı daha başarılı bir restorasyon için polimerize olan Universal adeziv materyalinin üzerine hidrofobik bir rezin uygulanması önerilmektedir. Suyun varlığı tüm tek aşamalı adezivler için problem oluşturduğundan dolayı etanol üzerinde çalışılmalar sürdürülmektedir [27,58].

Üniversal adezivlerde bulunan 10-Metakrioliloksidodesil dihidrojen fosfat (MDP) diş dokusundaki hidroksiapatitteki ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) kalsiyuma iyonik ve kimyasal olarak bağlanmanın yanında; metal, zirkonya, seramik gibi materyallere adezyonda da kullanılabilir. Bundan dolayı, üniversal adeziv sistemler sadece mine ve dentin adezyonunda değil; zirkonya, kompozit, kıymetli olmayan metaller ve silika esaslı seramikler gibi materyallere de bağlantıda kullanılmaktadır [5].

Tablo 6: Üniversal adeziv sistemlerden örnekler [88].

ÜNİVERSAL SİSTEMLER	ADEZİV	ÜRETİCİ FİRMA
AdheSE Üniversal		Ivoclar Vivadent
All-Bond Üniversal		Bisco
Clearfil Üniversal		Bond
Kuraray Futurabond U		Voco
Prime&Bond Elect		Dentsply
Scotchbond Üniversal Adhesive		3M ESPE
Prebond SE		President Dental
Gluma Bond Üniversal		Heraeus Kulzer
Single Bond Üniversal		3M ESPE

4. CAM İYONOMER ADEZİV SİSTEMLER

1995 yılında Fuji BOND LC (FBLC, GC, Tokyo, Japonya), adıyla üretilmiştir [145]. Cam iyonomerlerin yapısında polialkenoik kopolimer, doldurucu cam partiküller ve su bulunmaktadır [146]. Yüzey hazırlığı gerektirmeden diş dokusuna yani hem dentin hem de mine yüzeyine kendiliğinden tutunabilen restoratif materyaldirler. Ancak zayıf %20'lik polialkenoik asit ile yüzeyin pürüzlendirilip uygulanması bağlanma etkilerini belirgin derecede artırmaktadır. Bundan dolayı, tek veya iki adımlı uygulama seçenekleri ile cam iyonomerler bulunmaktadır [69].

Asitleme işlemi sonucu $0,5\ \mu\text{m}$ derinlikte kollajen lifler açığa çıkmaktadır. Mikromekanik bağlanma; cam iyonomer bileşenlerinin oluşan bu boşluklara infiltre olmasıyla meydana gelmektedir. Polialkenoik asitin karboksil grupları ile hidroksiapatit kristallerindeki










kalsiyum iyonları arasında ise kimyasal bağlanma oluşmaktadır. Bu şekilde dış yüzeyinde hem kimyasal hem de mikromekanik bağlanma meydana gelmektedir [69,138].

D. TARİHSEL GELİŞİMLERİNE GÖRE SINIFLANDIRMA

Adeziv rezinler, üretim tarihlerine sınıflandırıldığında kronolojik olarak yedi farklı jenerasyon şeklinde sınıflandırılmaktadır. Bu jenerasyonların dentin adezivlerin üretim tarihlerine göre sınıflandırılması:

1. **Nesil:** 1980 öncesi (Cervident)
2. **Nesil:** 1980'li yıllar (Scotchbond, Dentin Adhesit, Creationbond)
3. **Nesil:** 1980'lerin sonları (Scotchbond2, Miragebond, Tenure)
4. **Nesil:** 1990'lı yıllar (Allbond, Superbond, Scotchbond Multipurpose)
5. **Nesil:** 1990'ların son yılları (Prime&Bond NT, Single Bond, One-Step, Optibond Solo, Tenure Quik with flüoride)
6. **Nesil:** 2000'lerin ilk yılları Tip I: (Clearfil SE bond,NanoBond,Simplicity,UniFil Bond,Optibond Solo Plus SE, One Coat SE Bond) Tip II: (3M ESPE Adper Prompt L-Pop Self Etch Adhesive, Xeno III,One-Up Bond F Plus,Tenure UniBond with Gloss-N-Seal)
7. **Nesil:** 2004 den sonra (iBOND,G-Bond)

Tablo 7 : Bonding ajanların sınıflandırılması [88]

1.,2.,3. JENERASYON	4. JENERASYON	5. JENERASYON	6. JENERASYON	7. JENERASYON
	 <p>ASİT</p> <p>Smear tabakayı kaldırır. İntertübüler ve peritübüler kolajeni açığa çıkarır. Yüzeydeki serbest enerjiyi azaltır</p>	 <p>ASİT</p> <p>Smear tabakayı kaldırır. İntertübüler ve peritübüler kolajeni açığa çıkarır. Yüzeydeki serbest enerjiyi azaltır</p>	 <p>PRİMER</p> <p>Self etching primer smear tabakasını kaldırmaz ancak asiditesi sayesinde bu tabakayı sabitler ve intertübüler kollajen ağını açığa çıkarır. Asidik monomerler smear tıkaçlarının yapısına girer ancak tıkaçları uzaklaştıramazlar.</p>	 <p>PRİMER-BONDİNG AJANI</p> <p>Mineyi asitlet</p> <p>Dentini eş zamanlı olarak hem demineralize eder hem de dentine penetre olarak hibrit tabakası üzerinde çökelti bırakır</p>
	 <p>PRİMER</p> <p>Eş zamanlı olarak hidrofobik ve hidrofobik monomer içerir. Kollajen liflerinin dış yüzeylerini sarar. Yüzeydeki serbest enerjiyi daha hidrofobik olan restoratif materyal ile uyumlu hale getirir.</p>	 <p>PRİMER-BONDİNG AJANI</p> <p>Rezin tagleri oluşturmak amacıyla dentin kanallarının içine penetre olur. Asitlenen dentin üzerine ilk uygulanan tabaka primer görevi görür ve dentin yüzeyindeki serbest enerjiyi azaltır. İkinci tabaka ise 4. jenerasyon bonding ajanı olarak işlev görür</p>	 <p>BONDİNG AJANI</p> <p>Primer ile sarmalanmış smear tıkaçlarına mikrokannallar vasıtasıyla rezin penetrasyonu sağlanarak rezin tagler oluşur.</p>	
	 <p>BONDİNG AJANI</p> <p>Yüksek oranda hidrofobik, az miktarda hidrofobik monomer içerir. Hibrit tabakaya yapısal bir temel sağlamak için kollajen lifler arasına girerek polimerize olur.</p>			

I. BİRİNCİ NESİL ADEZİVLER

1.jenarasyon-nesil bağlama sistemleri 1956 yılında Buonocore tarafından bildirilmiştir. Gliserofosforik asit dimetakrilat (NPG-GMA) içeren reçine kullanımı ile asitle aşındırılmış dentine bağlanacağını göstermiştir [21]. Bu adeziv ajanları kollajene kovalent bağlanma [hidrojen bağı] ya da hidroksiapatite iyonik bağlanma için tasarlanmıştır. 9 yıl sonra, Bowen bu problemi çözmek için bağlayıcı bir madde kullanmıştır. Bu konuya, bir ucun dentine bağlanacağı ve diğer uçlarının kompozit reçine ile polimerize olacağı yüzey kalsiyumu ile şelatlama yaparak, mine / dentin ve reçine materyalleri arasında NPG-GMA bir primer ya da adhezyon promoteri olarak kullanılan bu soruna odaklanmıştır. Genel olarak, bu jenerasyon 1–3 MPa aralığındaki düşük bağlanma ile çok zayıf klinik sonuç göstermiştir [19].

Mikrosızıntıyı engellemede herhangi bir fonksiyonları gözlenmemiştir. 1965 yılında Cervident 1.jenarasyon bonding ajan olarak ilk kullanılan materyal olmuştur. Restoratif rezini dişin servikaline bağlamak için dizaynı yapılmıştır. Mine yüzeyine asit uygulaması yapıldıktan sonra adeziv malzeme, direkt olarak smear tabaka üzerine uygulanmıştır. Dentin yüzeyine asit uygulamamışlardır. Resin tag'lerin kanalların içine penetrasyonu ile adhezyon sağlanmıştır. Yüzey aktif komonomeri N-(2-hydroxy-3-methacryloxypropyl) N-phenylglycine(NPG-GMA)'nın gelişimi, birinci jenerasyon dentin adeziv sistemi olarak kabul edilen Cervident'in ana maddesini oluşturmuştur[15].

Birinci nesil dental adezivlerin hidroksiapatit kristallerine iyonik, kollajene ise kovalent bağlarla tutunduğu bilirse de yapılan Carbon-13 NMR analizlerinde NPG-GMA ve hidroksiapatit arasında gerçekte iyonik bir bağlanma gerçekleşmediği görülmüştür [6,67].

II. İKİNCİ NESİL ADEZİVLER

İkinci nesil dentin bağlama ajanları, 1970'li yılların sonlarında piyasaya sürülmüştür. Birinci nesil yapıştırıcılarda kullanılan bağlama ajanları geliştirmeye çalışılmıştır. İkinci nesil dentin yapıştırıcıların üretimi, esas mineralize diş yapısına kalsiyum yapışmayı teşvik etmek ve bağlanmayı desteklemek için bis-GMA reçinelerine ek olarak polimerize edilebilir fosfatlar kullanılmıştır. Bağlanma mekanizması, kalsiyum ve kloroposfat grupları arasında iyonik bağ oluşumunu içermektedir. Oluşan bu iyonik bağ, su daldırma işleminde [tükürüğe benzer yapı] ve hatta dentin tübülleri içindeki suyun içinde hızla bozunur ve ayrılmaya ve / veya mikrosızıntıya sebep olmaktadır [20].

Smear tabakası, döner aletlerle diş hazırlığının bir sonucu olarak hazırlanan dentin yüzeyinde kalan yumuşak bir inorganik tabakadır [78]. Smear tabakası kaldırılmamıştır ve bu durum, ikinci jenerasyonun nispeten zayıf ve güvenilmez bağ kuvvetlerine katkıda bulunmuştur. Esas olarak adeziv sistemlerin bu jenerasyonu, gevşek bir yayma-smear tabakasıyla başarısız bağlantı girişimlerden dolayı, bu bağlanma ajanı artık kullanılmamaktadır. [20]. 1978 yılında, Clearfil Bond Sistem F ikinci nesil bonding ajan olarak tanıtılmıştır. Polimerize olabilen fosfatlar Bis-GMA rezinlere ilave edilmiştir. Bunlar 'Fosfat Bonding Sistemler' olarak da adlandırılmıştır. Daha sonra bonding ajanın dentin kanalları içine hızla akmasını sağlayan HEMA, fosfatlanmış esterlere eklenmiştir. Bu sistemler ile dentindeki fosfat ve kalsiyumla zayıf bağlanma (4-6 MPa) göstermiştir. Kompozit rezin, dentin lenfinden kaynaklı nemli bir doku olan dentinden ayrılarak mikrosızıntının gelişmesine neden olmaktadır. 2.jenarasyon dentin bonding ajanların uygulanmasında dentin yüzeyine asit etching uygulanmadığından dolayı, adhezyon, smear tabaka ile bağlanmasıyla sağlanmaktadır. Bundan dolayı zayıf bir bağlanma gerçekleşmiş olmaktadır [78].

Bu sistemden günümüze kadar gelebilen örnekler:

Scotchbond™ Dual-Cure (3M Dental Products Division, St. Paul, MN) Bondlite (Kerr Corporation, Glendora, CA)'tır. Belirtilen bu iki örnek ürün dışında, günümüzde dental malzeme piyasasında başka örneği bulunmamaktadır. Ürünler büyük oranda Bis-GMA veya HEMA(2-hydroxyethyl methacrylate) gibi rezinlerin halofosfat esterlerinden oluşmaktadır. Bağlanma dayanıklılıkları 1-10 MPa arasındadır. Ve bu miktar kompozit rezinin polimerizasyonu sırasında meydana gelen büzülmeyle engelleyecek dayanıklılığı göstermemektedir [10]. Sonuç olarak kompozit genellikle dentinden ayrılır ve mikrosızıntıya izin verecek boşluklar oluşmaktadır[158].

III. ÜÇÜNCÜ NESİL ADEZİVLER

1980'li yıllarda geliştirilen 3.jenerasyon adeziv sistemlerde mine ile beraber dentin yüzeyinin de asitlenmesi ile gündeme gelmiştir. Nakabayashi tarafından tanımlanmıştır. Bonding sisteminin uygulanmasından önce dentin yüzeyine asitleme işlemi uygulanmaktadır. Asit uygulaması,rezinin açılmış tübüllerine penetre olmasını sağlamıştır; fakat bağlayıcı ajanın hidrofobik yapısı nedeniyle dentine bağlanma kuvvetlerinde anlamlı bir artış meydana gelmemiştir [40,136]. Bu nesilde 18 Mpa'a kadar bağlanma dayanımı gösteren materyaller mevcuttur. Dentinde bulunan smear tabakası zayıf asitler ile modifiye edilerek, rezinin dentine tabakasına doğru akması sağlanmıştır. Bu sistemde kullanılan asitler ya zayıf bir organik asit (maleik asit) ya da düşük konsantrasyon olan bir inorganik asit (fosforik asit ya da nitrik asit) olmuştur[47].

Smear tabakanın uzaklaşması; kullanılan asite, asitin konsantrasyonuna ve uygulama süresi gibi faktörlere yönelik değişiklik göstermiştir. Asit; peritübüler ve intertübüler dentini demineralize eder ve kollagen lifleri açığa çıkarır. Asit uygulamasından sonra kullanılan primer madde; aseton veya alkol gibi uçucu bir solvent içinde bulunan bifonksiyonel monomerden oluşmaktadır. Bifonksiyonel monomerin bir ucu hidrofildir, dentine bağlanır ve diğer ucu hidrofobik yapıdadır, adeziv rezine bağlanır. Bunun sonunca primer madde, asit uygulanmış dentin yüzeyinin ıslanmasını sağlar ve dentin ile adeziv rezin arasında bir bağ oluşturur. Bu bifonksiyonel yapıda olan monomerler HEMA (hydroxyethyl methacrylate), 4-META [4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride], NPG (N-phenylglycine) ve NSMA (N-methacryloyl-5-aminosalicylic acid) içermektedir. Adeziv; doldurucu içermeyen veya az miktarda doldurucu içeren rezin yapısındadır ve primer madde ile birleşerek hibrit tabaka oluşturur. Oluşan bu hibrit tabaka 1- 5µm kalınlığındadır fakat ne dentin ne de rezin yapısındadır, bu iki yapının birleşiminden oluşmaktadır. Kompozit materyali adeziv rezindeki metakrilat gruplarına bağlanmaktadır [16,47].

3.Jenerasyon adezivlere örnek olarak:

- Scotchbond™ Multi-Purpose (3M ESPE, USA)
- Scotchbond Multi-Purpose Plus (3M ESPE, USA)
- XR Bonding System, Gluma (Kulzer, Germany)
- Tenure (DenMat, UK)
- Syntac Classic (Ivoclar-Vivadent, Schann, Liechhstein) gösterilebilmektedir.

1, 2 ve 3. nesil adezivler günümüzde dental markette bulunan ve klinik kullanımda olan adezivler değildir. Günümüzde 4., 5., 6, ve 7. nesil adezivler kullanılmaktadır[13].

IV. DÖRDÜNCÜ NESİL ADEZİVLER

Bonding sistemlerdeki meydana gelen önemli gelişmeler, total asitleme kavramının ve çok basamaklı bonding sistemlerin geliştirilmesiyle başlamıştır. Bunun sonucunda 4.jenerasyon bonding sistemler ortaya çıkmıştır. 1982 yılında Nakabayashi ve ark. polimerize edilmiş metakrilat ve dentinle bir hibrit tabakanın oluştuğunu bildirmiştir [95]. 1990'lı yılların ortalarında bu adeziv sistemler, asitle pürüzlendirilmiş dentinde kullanılmak üzere tanıtılmıştır. Fusuyama ve ark. %40'lık asitle mine ve dentin yüzeyini asitlemişlerdir [52].

4.nesil dental adezivlerin uygulama aşaması 3 adımdan oluşmaktadır:

- 1.Yıkılarak uzaklaştırılabilen bir asit solüsyonu ile diş yüzeyinin pürüzlendirilmesi,
- 2.Etanol, aseton ve /veya su içinde reaktif halde olan hidrofilik monomerlerden oluşan primer solüsyon malzemesinin uygulanması,
- 3.Dolduruculu veya doldurucusuz bağlayıcı ajanın uygulanması [122].

Asitle pürüzlendirilmiş dentin yüzeyine uygulanmak üzere dördüncü nesil adezivler piyasaya sürülmüştür. Bağlanma dayanıklılık değerleri mine yüzeyinde 20-50 MPa ve dentin yüzeyinde 13-80 MPa'dır. Adeziv rezinler sıklıkla hidrofilik bir molekül olan HEMA ile kombine bir biçimde, Bis-GMA gibi hidrofobik monomer içermektedir [7,77].

Tablo 8: 4. Jenerasyon bonding ajanlara örnek [88].

Jenerasyon	Marka Adı	Üretici	Polimerizasyon Çeşiti
4.jenerasyon 3 Aşamalı Etch- Rinse	All-Bond 2	Bisco Schaumburg IL,USA	Dual cured
	All-Bond 3	Bisco Schaumburg IL,USA	Light cured, Dual
	Clearfil Liner Bond	Kuraray [Kurashiki, Japan]	Light or self cured
	Scotchbond Multi-Purpose	3M ESPE, St. Paul, Minn. USA	Light cured
	Adper Scotchbond Multi-Purpose Plus	3M ESPE, St. Paul, Minn. USA	Light cured, Dual
	Optibond Dual Cure	Kerr, Orange, CA,USA	Light cured
	Optibond FL	Kerr, Orange, CA,USA	Light cured
	Permagen		Light cured
	Syntac Classic	Ultradent, Prod Inc, Utah, USA	Light cured
	Denthesive	Ivoclar-Vivadent, Schann, Liechhe	Light cured
	Gluma Solid Bond	Heraeus Kulzer Wehrheim,Germany	Light cured
	EBS	Heraeus Kulzer Hanau, Germany	Light cured
	Gluma CPS	ESPE[now 3M ESPE, Seefeld, Germany	Light cured
	Permaquik	Bayer[Heraeus Kulzer-Leverkuse,Germany]	Self cured
Amalgabond	Kerr [Ultradent]	Light cured	

V. BEŞİNCİ NESİL ADEZİVLER

1990 ve devam eden on yıllık süreçte, dördüncü nesil adeziv sistemlerindeki çalışma süresini ve klinik adımları azaltarak basitleştirilmeye çalışılmıştır. Bunun üzerine 5. nesil adeziv sistemler geliştirilmiştir. Bunlar “tek adımlı” veya “tek şişe” sistem olarak ifade edilmektedir. Demineralize dentinde kollajenin çökmesini önlemek, tamamen ortadan kaldırmak ve postoperatif duyarlılığı en aza indirmek için iyileştirilmiş bir materyal gerekmektedir [35,78,81]. Bu nedenle 15-20 saniye boyunca mineye ve dentine aynı anda %35-37 ‘lik fosforik asit ile uygulanarak kullanılan, primer ve yapıştırıcıyı tek bir çözelti halinde birleştiren “tek şişe sistemi” geliştirilmiştir. Bu tek şişe etch-rinse adeziv tipi, pürüzlendirilmiş dentin ile aynı mekanik kilitlemeyi gösteren rezin tagleri adeziv yan dallar ve hibrid tabakayı meydana getirmektedir. Mine ve dentine bağlanmada, yüksek bağlanma mukavemet değerleri gösterilmektedir [4].

Ancak yapılan ‘tek komponent, tek şişe, tek basamak’ gibi tanımlamalar tam anlamıyla doğru bulunmamaktadır. Nedeni bu sistemde primer/adeziv uygulaması öncesinde asit uygulaması gerekmektedir ve primer/adeziv uygulaması genellikle iki veya daha fazla kat olarak tekrarlanması gerekmektedir [122].

Bazı araştırmacılar 5. jenerasyon dental adeziv sistemlerin 4. jenerasyona benzer bağlanma değerlerine sahip olduğunu, bazı araştırmacılar ise daha düşük bir bağlanma değerine sahip olduğunu belirtmişlerdir [74,121,133]. Bu farklılığın nedeni teknik faktörlerdir. Asitlenmiş dentin yüzeyi hava ile kurutulduğunda, dentine bağlanma kuvvetleri önemli derecede azalmaktadır. Bu durum aseton ve etanol bazlı adeziv sistemlerde daha belirgin haldedir [75,128]. Suyun bu şekilde ortamdan uzaklaştırılması ile kollajenin elastik özellikleri kaybolmaktadır. Kurudukça kollajenler arası mesafe daha sıkı olurken, nemli olduğu durumlarda kollajen molekülleri arasında geniş aralıklar bulunmaktadır. Bu durum da adezivin kollajeni tam sarmamasına neden olmaktadır [114]. 120 premolar dişin 3 farklı gruba ayrılarak yapıldığı bir çalışmada su/ethanol içeren DBA (Prime and Bondy)’nın, aseton ve etanol içeren adezive göre; kuru mine yüzeyinde daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir. Etanol ve su, hidrojen ile iyi bağlanma özelliği göstermektedir. Bunun sonucu olarak solventler demineralize dentin dokusuna kolaylıkla nüfuz etmektedir. Islak minede ise en yüksek bağlanma özelliğini, içeriğinde aseton bulunduran adeziv göstermiştir. Aseton maddesi daha yüksek buhar basıncına ve etanole göre de daha az vizkoziteye sahiptir. Fakat asetonun hidrojenle bağlantısı zayıftır. Bundan dolayı yapılan çalışmaya göre kuru minede yapılacak preparasyon sonrası su/ethanol içeren adeziv kullanımı önerilmektedir [24].

Tablo 9: 5. Jenerasyon Bonding Ajanlar [88].

Jenerasyon	Marka Adı	Üretici	Polimerizasyon Çeşiti
5.jenerasyon 2 Aşamalı Etch-Rinse	Admira Bond	Voco (Cuxhaven Germany)	Dual cured
	Solobond M	Voco (Cuxhaven Germany)	Light cured,
	Polibond	Voco (Cuxhaven Germany)	Dual cured
	Excite	Ivoclar-Vivadent, Schann, Liechhstein	Light cured
	Excite DSC	Ivoclar-Vivadent, Schann, Liechhstein	Dual cured,
	ExciTE F	Ivoclar-Vivadent, Schann, Liechhstein	Light cured
	Gluma 2000	Bayer (now Heraeus Kulzer Levekusen,Germany)	Light cured
	Gluma Comfort Bond	Heraeus Kulzer Hanau,Germany	Dual cured
	Gluma One Bond	Heraeus Kulzer Hanau,Germany	Self cured
	One-Coat Bond	Coltene Whaledent (Alstatten, Switzerland)	Light cured
	Optibond Solo Plus Dual Cure	Kerr (Orange, Calif. USA)	Light cured
	Prime&Bond 2.0	Kerr (Orange, Calif. USA)	Light cured
	Prime&Bond 2.1	Dentsply-Detrey (Konstanz,Germany)	Light cured
	Prime&Bond NT	Dentsply-Detrey (Konstanz,Germany)	Self cured
	XP Bond	Dentsply-Detrey (Konstanz,Germany)	Light cured
	Stae	Dentsply-Detrey (Konstanz,Germany)	Light cured
	Syntac Single-Component	Southern Dental Industries (Victoria, Australia)	Light cured
	One Step	Bisco (Schaumburg, IL, USA)	Light cured,
	One Step Plus	Bisco (Schaumburg, IL, USA)	Light cured
	Adper Single Bond Plus	3M ESPE St. Paul MN USA	Light cured
(Adper Single Bond Plus 2)	3M ESPE (Seefeld, Germany)	Light cured	
Scotchbond 1 (Single Bond)	Kuraray (Osaka, Japan)	Light cured,	

VI. ALTINCI NESİL ADEZİVLER

2000'li yılların başında geliştirilmiştir. Smear tabakası tamamen kaldırmaz, çözerek mineral ve smear tabakasını birleştiren hibrit tabakayı oluşturmaktadır. Bu sistemde; asit ile pürüzlendirme, yıkama ve kurutma işlemleri yoktur. 4. ve 5. nesillere göre çalışma süresini azaltmak, yıkama kurutma safhalarında oluşabilecek kollajenin aşırı ıslak ya da kuru kalma riskine karşın, asitin primerin yapısına katıldığı sistemlerdir ve self etch olarak üretilmiştir [49,153]. Sistem ilk olarak dişin yüzeyine önce asidik primerin daha sonrasında adezivün sürüldüğü 2 aşamalı sistem olarak piyasaya sürülmüştür. Daha sonra ise asidik primer ile adezivün bir araya getirildiği tek aşamalı sistem olarak üretilmiştir [78]. Altıncı jenerasyon dentin bonding sistemler, smear tabakasını çözerek modifiye eden asidik monomer 4-metakriloksietil trimellitik asit (4-META) ve 10-metakriloksidil dihidrojen fosfat (10-MDP)

içermektedirler [134]. Bu adezivlere, yıkama ve kurulama işlemlerinin de yapılmadığı tüm basamakları bir araya getiren “one-bottle” sistemler de denilmektedir.

Araştırmacıların çalışmalarına göre self etch sistemlerin dentin yüzeyine bağlanması yeterli; fakat mine bağlantısı yetersiz bulunmaktadır [78,141,151]. Dentin yüzeyine bağlanma kuvvetlerinin 20-30 MPa olduğu ve bu bağlanmanın 4. ve 5. nesil adeziv sistemlerden daha düşük olduğu bildirilmektedir. Bir diğer dezavantajı ise mineyi, özellikle bizotajın yapılmadığı durumlarda, fosforik asit kadar iyi asitleyip pürüzlendirememesidir [151]. Piyasada iki çeşiti de bulunmaktadır.

VII. YEDİNCİ NESİL ADEZİVLER

2000’li yıllarda geliştirilip piyasaya sürülen yedinci nesil adeziv sistemler; önceki nesillerde de olduğu gibi smear tabakasını çözmeyi ve teknik hassasiyeti azaltmayı hedefleyerek geliştirilmiştir. Asidik monomerin, primerin ve bonding ajanın tek bir şişede birleştirildiği ‘All in One’ sistemi 2002 yılının sonlarında piyasada yerini almıştır. Bu sistemin avantajı kurutma, nemli bırakma ve asit uygulama sürecindeki sorunları ortadan kaldırılmasıdır [3,138] Bu jenerasyonda adeziv reçinelerin hidrofilik ve hidrofobik komponentleri tek bir yapı oluşturmaktadır. Aseton/su çözücü içerisinde, üretan dimetakrilat (UDMA) ve 4-META içermektedir. Gluteraldehit içerdiği için post-operatif duyarlılığın önüne geçtiği bildirilmektedir. 4-META nedeniyle de bonding ajanların daha iyi infiltre olabilmesine yardım etmekte ve amalgam gibi metalik yüzeylere de yapışabilmektedir [144].

Tablo 10: 6. Jenersyon bonding ajanlar [88].

Jenerasyon	Marka Adı	Üretici	Polimerizasyon Çeşiti
6.jenerasyon 2 Aşamalı Self-Etch	ART Bond	Coltene (Alstatten, Switzerland)	Light cured
	PUB 3	Denstply (Konstanz, Germany)	Light cured
	Clearfil SE	Kuraray (Tokyo, Japan)	Light cured
	Clearfil Protect Bond	Kuraray (Tokyo, Japan)	Light cured
	Denthesive 2	Heraeus Kulzer Wehrheim,Germany	Light cured
	Tyrian SE	Bisco (Schaumburg, IL, USA)	Light cured
	Adhe SE	Ivoclar-Vivadent, Schann, Liechhstein	Light cured
	Adper Scotchbond Multi-Purpose Plus	3M ESPE, St. Paul, MN,USA	Light cured
	FL bond II	Shofu Dental, USA	Light cured
	Clearfil Liner bond 2V	Kuraray (Tokyo, Japan)	Dual cured
	Contax	DMG America	Dual cured
	Nanobond	Pentron Clinical	Dual cured
	Clearfil S3 Bond	Kuraray (Osaka, Japan)	Light cured
	G Bond	GC Corp (Tokyo, Japan)	Light cured
	AQ Bond plus	Sun Medicals	Light cured
	Hybrid Bond	Vivadent (Schann, Liechhstein)	Light cured
	All Bond SE	Bisco (Schaumburg, IL, USA)	Light cured
	iBond Gluma inside	Heraeus Kulzer Hanau,Germany	Light cured
	Fluro bond Shake One	Shou (Tokyo, Japan)	Light cured
	One up Bond F+	Tokuyama Corp (Tokyo, Japan)	Light cured
PSA Dyract	Dentsply (KonstanzGermany)	Light cured	
Tek şişe	Xeno III	Dentsply (Sankin)	Light cured
	Prompt Adper Prompt L-Pop	3M ESPE, St. Paul, Minn,USA	Light cured
	L-Pop	3M ESPE, St. Paul, Minn,USA	Light cured
	Brush and Bond	Parkell	Light cured

Bu sistem 6. nesil adezivlerden farklı olarak, ek bir karıştırma veya uygulama basamağı gerektirmemektedir. Yapılan bazı çalışmalar 6 ve 7. nesil adeziv sistemlerin dentin yüzeyine bağlanma değerlerini birbirine benzer bulmaktadır ancak bu çalışmalarda farklı materyaller kullanılması tam bir karşılaştırma yapılmasını mümkün kılmamaktadır [2,40].

All in one adeziv sistemler, kompozit yüzeyine doğrudan temas eden polimerize olmamış iyonik monomer içermektedir. Bu asidik monomerlerden reaksiyona girmemiş olanlar, all in one adeziv sistemlerin self-cure kompozitler ile arasında oluşmuş uyumsuzluk nedenlerinden biri sayılmaktadır. Ayrıca bu sistemler semipermeable membran yani yarı geçirgen zar gibi davranma eğilimindedir. Bunun sonucu olarak da reçine ile dentin ara yüzünde hidrolitik degradasyon -sulu ortamda bozulma- meydana gelmektedir [32,154]. Teknik

hassasiyet gerektirmezler ve postoperatif hassasiyet görülmemektedir. Kimyasal olarak aktif olan kompozitlerle kullanılması uygun değildir [110].

Bu sistemde, mine tabakasını demineralize etmek ve dentinde smear tabakasına penetre olabilmek için yeterli asidik derecesi gerektirmektedir. Bundan dolayı, çoğunlukla organofosfat ve karboksilat yapıda olan reçine monomerlerinin hidrofiliklik derecesi yüksektir. Bu monomerlerin bazıları aşırı hidrofilik yapıdadır ve bu da yukarıda bahsedildiği gibi hidrolitik deşragasyona yatkın olmalarına sebep olmaktadır [32,154]. Bu durum; adezivi su emilimine daha yatkın hale getirir, dişte reçine infiltrasyonunun derinliğini sınırlar ve bazı boşluklar oluşturmaktadır [131].

Yedinci nesil yapıştırıcı içindeki reçinelerin hidrofilik yapısı ve gliserol fosfat dimetakrilat (GPDM), adeziv film içinde suyun tutulmasına ve suda daha fazla dağılmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, polimerizasyon sırasında zincire katılmakta yetersiz kalmaktadırlar [70]. Ek olarak, bir hava akımının kullanılması GPDM / HEMA karışımlarından suyu yeterince temizleyemeyebilir [100,141]. Ayrıca tükürük proteinleri, hibridizasyon işlemi sırasında hidrofilik monomerlerin infiltrasyonunu engelleyebilir, böylece dentin bağının adezyon kuvveti azalmış olur [61].

Adeziv sistemler laboratuvar ortamında bağlanma kuvvetleri açısından karşılaştırıldığında self-etching sistemlerde istatistiksel olarak büyük bir fark görülmemiştir. Bu sistemlerin bağlanma dayanıklılıkları 20–35 MPa'dır [48]. Literatürlerde kompozitin diş yüzeyine tutunup bağlanmasında, polimerizasyon sırasında meydana gelecek büzölmeleri karşılamak ve diş yüzeyi ile rezin arasında meydana gelebilecek mikro boşlukların engellenmesi için, minimum 17 MPa'lık bağlanma direncinin gerekliliği bildirilmiştir [32,92,119].

Araştırmacılara göre günümüzdeki adeziv sistemlerinin bağlanma dayanımları karşılaştırıldığında, üç aşamalı etanol-su esaslı etch-rinse adeziv sistemlerin dayanıklılık açısından hala 'altın standart' olarak değerlendirmektedir. Bu sisteme ilaveten yapılan klinik kolaylaştırma işlemleri adezyon dayanıklılığında azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir. Yalnızca iki aşamalı self-etch adeziv sistemlerin bu altın standarda en yakın değerler gösterdiği düşünülmektedir [35,146].

Tablo 11: Piyasadaki 7. Jenerasyon Bonding Sistemler [88].

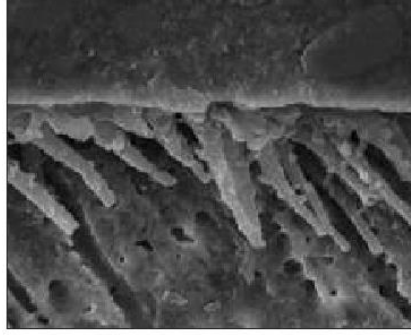
ADI	FİRMA
CLEARFIL S3 BOND 2008	Kuraray Noritake Dental Inc.
CLEARFIL S3 BOND Single Dose [BG]2007	Kuraray Noritake Dental Inc.
CLEARFIL S³ BOND PLUS 2013	Kuraray Noritake Dental Inc.
CLEARFIL AP-X CLEARFIL S3 BOND CLEARFIL SE PROTECT 2007	Kuraray Noritake Dental Inc.
	Kuraray Noritake Dental Inc.
Futurabond DC 2008	VOCO
G-aenial Bond 2011	GC America, Inc
G-aenial Bond 2015	GC America, Inc
G-BOND 2011	GC America, Inc
Xeno IV Dual Cure,2006	DENTSPLY Caulk
iBOND [BG] 2007	KULZER
iBOND Self Etch2012	KULZER
OptiBond All-In-One, 2008	Kerr Corporation
OXFORD BOND 2010	Finnigan Enterprises, LLC
Shotbond, 2016	Nordin Dental
Venus/iBond – 2005	KULZER
NOVA COMPO B PLUS	IMICRYL
Beautibond	Shofu, USA
GLUMA SELF-ETCH BOND	HERAEUS

SÜT VE DAİMİ DIŞLERİN FARKLILIĞI VE ADEZİV UYGULAMALARI

Pedodonti alanı diş hekimliğinde ise adeziv sistemler; ön ve arka dişlerde kompomer, indirekt/direkt kompozit rezin restoratif tedavi uygulamaları, post-core ya da retrograd restorasyonlar, amalgam dolgular, travma nedeniyle restorasyonu ve splintlenmesi gereken dişlerde, bant ve sabit yer tutucuların yapıştırılması, minede ve dentinde oluşan çatlakların onarım ve hassasiyet giderilme işlemlerinde, dentin hassasiyetinin tedavi edilmesi gibi amaçlarla kullanılabilmektedir [71,73,79].

1. Süt ve Daimi Diş Minesinde Adezyon

Mine tabakası mine prizmalarından veya mine çubukları olarak adlandırılan yapılardan oluşmaktadır. Mine prizmaları tüberkül tepelerinde dik şekilde konumlanmıştır. Sürekli dişlerin servikal bölgelerinde yatay şekilde yönelmişken süt dişlerinde bu yönelim sürekli dişlere göre daha diktir. Bu durum, süt dişlerinde yüzeyin asitle pürüzlendirme işlemini zorlaştırmaktadır [135]. Buna ek olarak süt dişlerinde kalın bir aprizmatik mine tabakası bulunmaktadır. Bu durum adezyonda başarının sağlanabilmesi için önemlidir. Süt dişlerinin mine tabakasındaki mine prizmalarının dağılımı ve aprizmatik tabakanın kalınlığından dolayı asitleme işleminin süresinin süt dişlerinde daha uzun olması önerilmektedir [135,141].

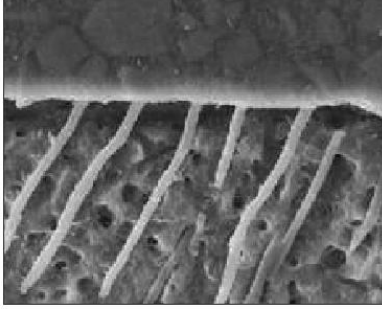


Şekil 9: AdperSE Plus'ın süt dişi dentinindeki SEM görüntüsü [43]

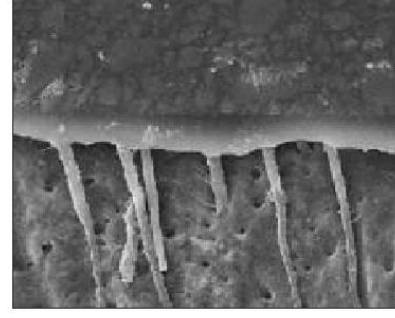
Yapılan bir çalışmada süt dişinde mine tabakasının 30 sn asitlenmesinin, daha kısa süreli yapılan uygulamalara oranla daha homojen ve düzgün rezin bağlantısı sağladığı ve bağlanma değerlerinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir [62]. Rutin uygulamalarda kullanılan fosforik asite alternatif olarak farklı asitler denenmiştir. Van ve ark.'larının çalışmasında %50'lik sitrik asit 5 dk süreyle mine yüzeyine uygulanmıştır ve sonuç olarak yeterli pürüzlülük elde edilmiştir; fakat uygulama süresinin uzun olmasının özellikle çocuk hastalarda dezavantaj oluşturabileceği bildirilmiştir [141]. Hallett ve ark. araştırmasında mine yüzeyine %10'luk maleik asitin 15 sn uygulanması sonucunda daha az mineral kaybı gözlemlenmiştir [56]. Farklı bir çalışmada ise süt dişi minesinde adeziv materyal uygulandığında, rezin taglerden yoksun hibritize kalın bir prizmasız mine tabakası gözlenmiştir. Resin mine arayüzü uzaklaştırıldığında, hibrit tabakanın altında prizmatik mine tabakasında rezin tagler olduğu gözlenmiştir. Bu görüntünün daimi dişlerde gözlenen yapıdan farklı olmasına rağmen, bağlanma kuvvetinin etkilenmediği bildirilmiştir [141].

2. Süt ve Daimi Diş Dentininde Adezyon

Sürekli dişlerde dentin tübül çapı ve yoğunluğu, süt dişlerinden daha fazladır [109,113]. Bu durum süt dişlerindeki peritübüler dentin kalınlığından kaynaklanmaktadır [26]. Süt dişlerinde, peritübüler ve intertübüler dentinde kalsiyum ve fosfat yoğunlukları, daimi dişlere göre daha azdır [63]. Tübül yapısı, yoğunluğu, mineralizasyonu ve yapısı dentine adezyonda önemli rol oynamaktadır. Sürekli dişler ile karşılaştırıldığında; süt dişlerinde hibrit tabakası daha kalın ve daha düşük bağlanma gücü olduğu bildirilmiştir [23,63]. Süt dişlerindeki bu farklılıktan dolayı dentin daha az nemlidir ve uygulanan asit de bundan dolayı az seyrelmektedir. Bu sebeple süt dişi dentininde uygulanan asit daha hızlı ve daha derin etkili olmaktadır [98]. Bu sebeplerden dolayı süt dişinin dentinine asit uygulaması yapılacağı zaman daha kısa süreli ve dikkatli uygulanması önerilmektedir [96]. Yüzeyden pulpaya doğru ilerledikçe süt dişi dentininde değişiklikler görülmektedir: sertlik, elastisite ve gerilme direnci gibi fiziksel ve mikromekanik özellikleri zayıflamaktadır; bu durum da adeziv rezinin bağlanma kuvvetini etkilemektedir [8,63].



Şekil 10: AdheSE One'ın süt dişi dentini SEM Hibrid tabaka ve Rezin uzantısı oluşumu [43].



Şekil 11: Adper Single Bond Plus'ın süt dişi görüntüsü. dentini SEM görüntüsü. Hibrid tabaka ve Rezin uzantısı oluşumu [43].

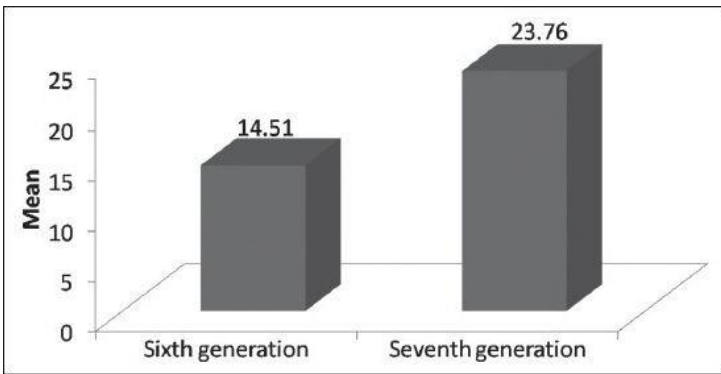
Süt dişlerindeki hibrit tabakanın sürekli dişlere oranla %25-30 daha kalın olması daha düşük değerlerde bağlanma oluşmasına sebep olacağı bildirilmiştir [73,96].

Özet olarak yapılan bazı çalışmalar; süt dişi dentininin bağlanma gücünün, sürekli diş dentinine oranla daha düşük olduğunu göstermiştir [23,42]. Bu durum süt dişlerindeki histolojik, kimyasal ve morfolojik özelliklerin farklılığından kaynaklanmaktadır [23]. Bununla beraber, bazı çalışmalar süt ve sürekli diş dentininden elde edilen bağlanma direnci değerleri arasında farklılık olmadığını da belirtmektedir[23,64]. Süt dişi dentini bağlanma değerlerinin sürekli diş dentinine oranla daha yüksek olduğunu ileri süren çalışmalar da bulunmaktadır [65,66].

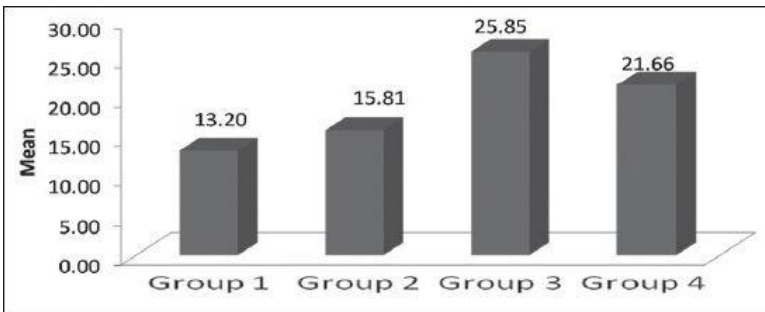
YAPILAN ÇALIŞMALAR

Günümüzde birçok firma all-in-one adeziv sistem materyalleri üretmektedir. Yeni üretilen bu materyallerin bağlanma kuvvetleri karşılaştırılmasında genellikle konvasyonel çok adımlı adeziv sistemler altın standart olarak kabul edilmiştir [35].

Nair ve ark. 2014 yılında yaptığı çalışmada altıncı jenerasyon ve yedinci jenerasyon bondinglerin dentin ile bağlanma kuvvetlerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada kullanılan adezivler 6. Jenerasyon Adper SE Plus (3M ESPE, USA) ve Xeno III (Dentsply, India); 7. Jenerasyon Adper Easy One (3M ESPE) ve Xeno V [Dentsply, India]'dır. Çalışma sonucunda yedinci nesil bondingler, altıncı nesil bondinglere kıyasla dentine daha iyi bağlanma mukavemeti göstermiştir. En yüksek bağlanma değeri Adper Easy One (7. Jenerasyon) sistemi gösterirken, Adper SE Plus (6. Jenerasyon) en düşük bağlanma değerini vermiştir [94].



Grafik 1: Altıncı ve yedinci jenerasyon bonding sistemlerinin bağlama değerlerinin karşılaştırılması [94].



Grafik 2: Tüm grupların karşılaştırılması grup 1: 6. Jenerasyon bonding ajan, Adper SE Plus (3M ESPE, USA); 2. Grup: 6. Jenerasyon bonding ajan, Xeno III (Dentsply, India) ; 3.grup: 7. Jenerasyon bonding ajan, Adper Easy One (3M ESPE); 4.grup: 7. Jenerasyon bonding ajan, Xeno V (Dentsply, India) [94].

Taneja ve ark. 2017 yılında yaptığı çalışmada tükürük ve kan kontaminasyonunun beşinci, yedinci ve sekizinci jenerasyon adeziv sistemlerinin bağlanma kuvvetlerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada; sekizinci nesil (Futurabond DC, Voco, Germany) adezivlerin en yüksek bağlanma kuvvetine sahip olduğu, daha sonra ise 5. nesil (OptiBond Solo Plus, Kerr, USA) ve 7. nesil (OptiBond All-In-One, Kerr, USA) adezivlerin geldiği gösterilmiştir. Polimerizasyondan önce kavite, tükürük ile kontamine olduğunda bağlanma kuvvetlerinde çok fazla azalma görülmüştür. Kan kontaminasyonu, tüm koşullara göre en düşük bağlanma değerlerini göstermiştir. Kontaminasyonun olmadığı durumlarda ise 7.jenerasyon bonding sistem diğer iki sistemden daha düşük bağlanma değeri göstermiştir [126].

Yaseen ve Subba 'nın 2009 yılında yaptığı çalışmada Contax (2 aşamalı 6.jenerasyon, Dmg Germany) ve Clearfil S3 (7.jenerasyon, Kuraray Germany) self etch bonding sistemlerinin, süt ve sürekli dişlerdeki bağlanma kuvvetleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre adeziv sistemler sürekli dişlerde, süt dişlere göre daha yüksek bağlanma kuvveti göstermiştir. Tüm tedavi gruplarında Clearfil S3, Contax bonding sistemden dentine daha yüksek bağlanma kuvveti göstermiştir ve daha hızlı daha kolay uygulanmıştır. Bundan dolayı Pediatrik Diş Hekimliğinde tercih edilebilir [155].

Asande ve ark. 2008 yılında yaptığı çalışmada tek adımlı ve 2 adımlı self etch adeziv sistemlerin (2 adımlı self etchler (Clearfil SE Bond (CSE), (Kuraray Germany), Optibond Solo Plus SE Bond (Op. SE)(Kerr, Orange, Calif. USA) ve 5 adet all-in-one adeziv (Clearfil S3 Bond (S3)(Kuraray Germany), Optibond All-in-One Bond (Op. AIO)(Kerr, Orange, Calif. USA), G-Bond, Go, (GC America,USA) ve Xeno IV (Dentsply,Germany)) farklı tübül yönelimli (oblik, paralel , derin , yüzeysel) dentin yüzeylerine bağlanmaları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmaya göre bağ kuvvetleri değişiklik göstermiş olsa da , dört adet 'all in one' adeziv sistem (Op. AIO, G-Bond, Go! Ve Xeno IV), dentin derinliği (yüzeysel veya derin) veya dentin tübül yönelimine bakılmaksızın mikro makaslama bağ kuvvetlerinde önemli farklılık göstermemiştir (dik veya paralel / eğik). CSE, Op. SE ve S3, yüzeye dik bir tübül yönelimi ile derin dentin ile önemli ölçüde daha düşük bağlanma kuvvetleri göstermiştir. Sonuç olarak bu çalışmada kullanılan 'all in one' adeziv sistemlerinin çoğunun tübül oryantasyonundan ve derinliğinden bağımsız olarak dentin ile eşit derecede iyi bağlantı sağladığı görülmüştür [9].

Bahşi ve ark. 2008 yılında yaptığı çalışmada dört farklı self-etch adeziv sistemin dentin üzerindeki makaslama dayanımlarını incelemişlerdir. Çalışmada 7. jenerasyon sistemlerden Clearfil S3 Bond (Kuraray Germany) ve G Bond (CG America,USA)), 6. Jenerasyon sistemlerden Adper Prompt L-Pop (3M ESPE USA) ve Adhe SE (Ivoclar-Vivadent, Schann, Liechhstein) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda tek basamaklı self-etch adeziv sistemler ile iki basamaklı self-etch adeziv sistemlerin bağlanma dayanımları arasında, Clearfil S3 Bond diğer bağlayıcı ajanlardan daha yüksek bağlanma direnci göstermiştir ve bağlanma dayanımı iki aşamalı self-etch adeziv sistemlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur [14].

Kim ve ark.'nın yaptığı çalışmada süt dişlerinin restorasyonunda kullanılan tek adımlı self etch adeziv sistemlerinin uygulanmasında asit ile pürüzlendirilerek veya pürüzlendirilmeden oluşan bağlanma kuvvetleri değerlendirilmiştir. Süt dişlerindeki dentin tübüllerinin çaplarının sürekli dişlere oranla daha dar olması adeziv materyallerin kolay bir şekilde tübül içine girmesini engellemekte ve oluşan bağlanma kuvvetinin sürekli dişlerdekinden daha az olmasına neden olmaktadır. Araştırmanın çalışma grubunda 4 farklı tek adımlı self etch adeziv sistem (Scotchbond Universal (Kuraray, Osaka, Japan) All Bond Universal (Bisco,Schaumburg, USA), Adper Prompt (3M ESPE USA) ve Clearfil S3 Bond (Kuraray Germany)) ve kontrol grubunda 2 farklı total etch adeziv sistem (Prime&Bond (Dentsply-Detrey,Konstanz,Germany) ve Scotchbond Multi-Purpose (Kuraray, Osaka, Japan)) kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ilave asit uygulaması ile süt dişlerine uygulanan tek adımlı self etch adeziv sistemlerin bağlanma kuvvetlerini arttırdığı gösterilmiştir. Retansiyonun kritik olduğu yerlerde hekimlerin ilave asit ile tek aşamalı self etch adeziv sistemleri uygulayabileceği bildirilmiştir [76].

Takahashi ve ark. 2011 yılında yaptıkları çalışmada HEMA içeren ve içermeyen tek aşamalı self etch adeziv sistemlerin su emiliminin (Wsp: Water sorption) ve bağlanma kuvvetinin (UTS: Ultimate tensile strength) uzun dönem değerlerini incelemişlerdir. Çalışmada

HEMA içeren tek aşamalı self etch adeziv sistemlerden Bond Force (Tokuyama,Japan), Clearfil S3 Bond (Kuraray Germany) ve OptiBond All-In-One (Kerr, USA)) ve HEMA içermeyen tek aşamalı self etch adezivlerden (G Bond (CG America,USA)) kullanılmıştır. Sonuç olarak HEMA içeren adezivler için Wsp'nin arttığı ve UTS'nin zamanla azaldığı gözlemlenmiştir [125].

Fujiwara ve ark. 2018 yılında yaptığı çalışmada, çift katmanlı uygulamanın adeziv sistemlerin bağ kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. İki adet universal adeziv: Scotchbond Universal (SU)(Kuraray, Osaka, Japan) ve Prime & Bond elect (PE) (Dentsply-Detrey,Konstanz,Germany) kullanılmıştır.

Geleneksel tek aşamalı self etch adezivlerden G-Bondnial Bond (GB)(CG America,USA) ve BeautiBond (BB) (Shofu, USA) kullanılmıştır. Bunlara ek olarak geleneksel iki aşamalı self etch adezivlerden OptiBond XTR (OX)(Kerr, USA) kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmaya göre; hem mine hem de dentinde çift tabaka uygulama metodu, sadece başlangıçtaki bağlanma mukavemetini arttırmakla kalmayıp, aynı zamanda universal adezivler de dahil olmak üzere tek aşamalı self etch adezivlerin bağ dayanıklılığını da arttırmıştır. Bu nedenle, çift tabaka uygulama tekniği, universal adezivlerin bağ kalitesini güçlendirmek için yararlı olabilir. Fakat çift uygulama metodu, iki aşamalı self etch adeziv olan OX'un bağ kalitesi üzerinde olumsuz etki yaratmıştır [51].

Chopade ve ark. 2016 yılında yaptıkları çalışmada, 6. jenerasyon(Clearfil SE Bond, Kuraray, Germany) ve 7.jenerasyon (Clearfil S3 Bond, Kuraray, Gemany) bonding ajanlarının mine ve dentin yüzeyindeki makaslama dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Clearfil SE Bond'un hem mine hem de dentin yüzeyinde daha yüksek mikro bağlanma dayanımı gösterdiği görülmüştür. Hidrofilik özelliği daha düşük olması ve içeriğindeki solventin daha az konsantrasyonda olması Clearfil SE Bond'u daha üstün kılmıştır. Clearfil S3 Bond ise daha ince bir hibrit tabaka meydana getirmektedir. Yarı geçirgen membran gibi davranarak, bağlanma ara yüzeylerinde poroziteler oluşturmaktadır [110].

Fujiwara ve ark. 2015 üniversal yapıştırıcı sistemleri kullanılarak farklı asitleme yöntemlerinin dentin yüzeyinde bağlanma ve yorulma değerleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada universal adesivlerden Prime & Bond elect (PE)(Dentsply, USA), Scotchbond (3M ESPE, USA) ve All Bond Universal (AU) (Kuraray, Japan) kullanılmıştır. Kontrol amaçlı konvasyonel tek aşamalı self-etch adesiv, Clearfil Bond SE ONE (CS) (Kuraray, Japan) kullanılmıştır.

Ön asitleme olarak fosforik asit olan, Ultra-Etch (Ultradent, South Jordan, UT USA) kullanılmıştır.

Bu çalışma sonucuna göre self etch adeziv sistemler arasında en düşük bağ dayanım ve yorulma değerlerini geleneksel tek aşamalı self etch adeziv sistem (CS) göstermiştir. Total etch yöntemi Universal adezivlerin bağlanma kapasitesine önemli olumsuz bir etki yapmamıştır. En iyi bağlanma değeri gösteren Universal adeziv sistem SU'da ve geleneksel tek aşamalı self etch adeziv olan CS'de ek asitleme bir miktar bağlanmada azalmaya neden olmuştur. Bu değer CS'de daha belirgindir. Ek asitleme universal adezivlerde (PE ve AU) bağlanma değerini arttırdığı görülmüştür [51].

Rosa ve ark. 2015 yılında Universal adezivlerin yapışma mukavemetini sistematik ve meta-analiz şeklinde incelemişlerdir. Çalışmada universal adeziv sistemleri kullanımında dentin ve mineye selektif asitleme yaparak bağlanma kuvvetine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, Scotchbond (3M ESPE, USA), All Bond Universal (Kuraray, Japan), Prime & Bond

elect (PE) (Dentsply-Detrey, Konstanz, Germany), Futura Bond U (Voco, Germany) ve Peak Universal Adhesive (Ultradent, USA) kullanılmıştır [31].

Bu çalışmaya göre; hafif universal adezivler için dentin mikro-gerilme bağ dayanım miktarı, etch-rinse ve self-etch stratejileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir. Bununla birlikte, ultra-mild All-Bond Universal adezivi için, etch and rinse stratejisi, dentin mikro gerilme bağı mukavemeti ile mine mikro gerilme ve mikro kayma bağlanma mukavemeti arasında anlamlı bir fark görülmüştür. Sonuç olarak Ünlversal addezivlerin mineye bağlanma mukavemeti, fosforik asit kullanımı ile iyileştirilmiştir. Bu yöntem dentin tabakasında etkin bir artış göstermemiştir [31].

Lenzi ve ark. 2016 yılında bu çalışmayı PubMed / MEDLINE, Cochrane, SciELO, Lilac ve Scopus veritabanlarında, sistematik incelemeler ve meta-analizler (PRISMA) bildiri için tercih edilen raporlama öğelerinin ardından gerçekleştirmiştir. Potansiyel olarak uygun 459 çalışmadan 39'u tam metin analizi için seçilmiş ve 5'i referans listelerinde tanımlanıp ve 36 tanesi meta-analizde ele alınıp incelenmiştir. Her ne kadar bu meta-analize dahil edilen materyaller farklılık riski gösterse de çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, in vitro literatür süt dişlerinde; etch and rinse adezivlerin , self etch sistemleri ile kıyaslandığında daha üstün performans gösterdiği bildirilmiştir [82].

Guéders ve ark. 2006 yılında yaptığı çalışmada termosiklik etkenlere maruz kalan ortamda, etch rinse ve self-etch adezivlerin kullanımından sonra akışkan ve akışkan olmayan kompozitlerde meydana gelen mikrosızıntıyı incelemişlerdir. Bu çalışmada 3 aşamalı etch and rinse adesiv sistemlerden Scotchbond Multipurpose (3M ESPE USA) ve Optibond Solo Plus (Kerr, USA) ve iki aşamalı etch and rinse adesiv sistemlerden Scotchbond 1 (3M ESPE USA) ve Gluma Comfort Bond + Desensitizer (Heraeus Kulzer Hanau, Germany) kullanılmıştır. Self-etch “all-in-one” adesiv sistemlerden Adper Prompt L-Pop (3M ESPE USA), Xeno III (Dentsply/Caulk) ve iBond (Kulzer, USA) kullanılmıştır.

Çalışma sonucuna göre Scotchbond Multipurpose gibi etch and rinse 3 aşamalı adeziv sistemleri minimum mikro sızıntı gösteren en iyi adeziv olmuştur, ayrıca tek şişe bonding sistemlerden Optibond Solo Plus, Gluma Comfort Bond + Desensitizer ve Scotchbond 1 de yakın değerlerde sonuç göstermişlerdir. Self etch adeziv sistemlerin, etch and rinse sistemlerden daha az etkili olduğunu bildirilmiştir [54].

Owens ve ark. 2006 yılında yaptığı çalışmada total etch ve self etch adeziv sistemlerin marjinal geçirgenliğini araştırmışlardır. Çalışmada iBond (7. Jenerasyon, Heraeus Kulzer, USA), Adper Prompt L-Pop (6. Jenerasyon 3M ESPE, USA), Xeno III (6. Jenerasyon Dentsply, USA), Simplicity (6. Jenerasyon, Apex, USA), NanoBond (6. Jenerasyon, Pentron, USA), Touch&Bond (6. Jenerasyon Parkell, USA) ve kontrol grubu olarak Adper Scotchbond Multi-Purpose (4. Jenerasyon 3M ESPE) kullanılmıştır.

Yapılan bu çalışmaya göre, tüm adeziv sistem gruplarında, hem koronal (mine) hem de apikal (dentin) kenarlarında boya penetrasyonu (sızıntı) görülmüştür. Mine kenarında, Adper Scotchbond Multi-Purpose (4. Jenerasyon) diğer adeziv gruplarla kıyaslandığında önemli ölçüde daha az sızıntı olduğu görülmüştür. Mine marjındaki karşılaştırmada, iBond'un (7. jenerasyon), Nano-Bond grubuna (6. jenerasyon) kıyasla önemli ölçüde daha az sızıntı olduğu görülmüştür. Self etch adezivler arasında başka anlamlı bir fark kaydedilmemiştir. Dentin marjındaki adeziv grupların karşılaştırılmasında önemli bir farklılık görülmemiştir ve tüm adeziv gruplarının mine

marjı ile dentin marjına etkisi kıyaslandığında, dentinde daha fazla sızıntı oluşturduğu bildirilmiştir [97].

Ageel ve Alqahtani 2019 yılında tek adımlı self etch adezivlerdeki çeşitli solvent içeriğinin mine ve dentin yüzeyi kesme bağlanma dayanımı üzerine etkilerini araştırmışlardır. 240 molar diş üzerinde çalışma yapıp, bu dişlere çeşitli adezivler rastgele uygulanmıştır. Tek adımlı self etch adezivlerden Bond-1 SF (Pentron), OptiBond All-In-One (Kerr, USA), G-aenial (GC America,USA), ve Single Bond Universal adesiv (3M ESPE USA) kullanılmıştır. Termosiklik uygulamalarla ağız ortamı taklit edilerek tükürüğe benzer sıvıda 5-55°C/5,000 kez uygulama yapılmıştır. Yapılan bu çalışmanın sonucuna göre OptiBond All-In-One adeziv sistemler diğer adezivlerle kıyaslandığında, değişen şartlar altında, mine ve dentin yüzeyine bağlanmada en iyi bağlanma dayanım değeri göstermiştir (kontrol grubu hariç), Bond-1 SF ise en düşük bağlanma değeri göstermiştir. Sonuç olarak elde edilen verilere göre çözücü veya yardımcı çözücü olarak etanol içeren tek aşamalı self etch adezivler, diğer self etch adezivlere kıyasla daha yüksek bağlanma, dayanım değeri göstermiştir. Bu adezivlerin dentine bağlanma mukavemet değerleri, mineden önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir [162].

Tabari ve ark. 2016 yılında yaptıkları çalışmada 5. ve 7. jenerasyon bonding ajanlarını kullanarak kompozit restorasyonlarda oluşan mikro sızıntıyı karşılaştırmışlardır. Çalışmada 45 daimi premolar diş üç gruba ayrılmıştır. Single Bond 2 (5.jenerasyon, 3M ESPE, USA), Clearfil S3 Bond (7. Jenerasyon Kuraray, Japan), G Bond (7. Jenerasyon, GC Corp (Tokyo, Japan)) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Single Bond 2, okluzal ve gingival marjinlerde daha az mikrosızıntı göstermiştir. Silika nanopartikülleri içeren Single Bond 2 kollajen ağına daha iyi nüfuz etmekte ve daha stabil bir hibrit tabaka oluşturmaktadır [89].

SONUÇ

Estetik kaygının daha fazla önem kazanması, restorasyonların daha başarılı yapılma isteği ve hasta başında geçirilen zamanın azaltılması gibi amaçlarla birçok restoratif materyal üretilmektedir. Diş hekiminin tedavi sürecinde kullandığı malzemelerin içerik ve özelliklerini bilip vakaya uygun şekilde seçimi başarı oranını arttırmaktadır.

Günümüzde mevcut sistemler arasında altın standart olarak 4. jenerasyon etch and rinse sistemler kabul edilmektedir. 6. jenerasyon self etch sistemler, 4. Jenerasyon sistemlere yakın değerlerde bağlanma dayanımı göstermektedir. Klinik başarılarının yanında uygulamadaki bazı zorlukları ve uygulama zamanının azaltılması amacıyla 5. jenerasyon ve 7. jenerasyon sistemler geliştirilmiştir. Fakat yapılan çalışmalar bu yeni sistemlerin, adeziv rezin ve diş dokuları arasındaki bağlanma dayanımının 4. Nesil ve 6. Nesil kadar başarılı olamadığını ortaya koymuştur. Diğer adeziv sistemlere göre daha başarısız olma nedenleri tek aşamalı self etch adezivlerin, hidrofilik yapıları nedeniyle geçirgen bir membran gibi davranmaları, polimerizasyon sonrası su absorbe etmeleri ve hidrolize yatkın hale gelmeleri olarak açıklanabilir. Ancak self etch sistemlerin kolay uygulanma, teknik hassasiyet azlığı ve uygulama zamanını kısaltması gibi avantajları mevcuttur.

Her ne kadar mikrozıntı ve mine kenarlarında renkleşme yapsa da teknolojinin gelişmesiyle etch and rinse sisteme yakın değerlerde bağlanabilen self etch adeziv sistemler de üretilmiştir. Özellikle daha iyi bağlanma değerini etch and rinse sistemi ile gösterebilen süt dişlerinde, uygulama ve zaman sıkıntısı olan tedavi durumlarında etch-rinse kadar iyi değerlerde bağlanabilen adezivlerin üretilmesi çok önemli ve faydalı olacaktır. Teknolojinin gelişmesiyle daha yüksek bağlanma değerleri gösteren adeziv sistemler bulmaya yönelik çalışmalar devam etmektedir.

KAYNAKÇA

1. Abdalla AI, García-Godoy F. Clinical evaluation of selfetch adhesives in Class V non-carious lesions. *Am J Dent*. 2006;19:289-292.
2. Abo T, Uno S, Sano H. Comparision of bonding efficiancy of an all in one adhesive with a self etching primer system. *Eur J Oral Sci*. 2004; 28: 112-118.
3. Abraham S, Ghonmode WN, Saujanya KP, Jaju N, Tambe VH, Yawalikar PP. Effect of grape seed extracts on bond strength of bleached enamel using fifth and seventh generation bonding agents. *J Int Oral Health* 2013;5: 101-107.
4. Alex G. Adhesive considerations in the placement of direct composite restorations. *Compend*. 2008;1(1):20-25.
5. Alex G. Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry? *Compend Contin Educ Dent* 2015;36(1):15-26; quiz 28, 40.
6. Altun C. Restoratif diş hekimliğinde mikrosızıntı. *Gülhane Tıp Derg* 2004;46:264-9.
7. Anchieta RB, Machado LS, Martini AP, et al. Effect of long-term storage on nanomechanical and morphological properties of dentin–adhesive interfaces. *Dent Mater* 2015;31:141-53.
8. Angker L, Swain MV, Kilpatric N. Micro-mechanical characterisation of the properties of primary tooth dentine. *J Dent*. 2003;31:261-7.
9. Asande Adebayo, O., Francis Burrow, M., & John Tyas, M. (2008). Bonding of one-step and two-step self-etching primer adhesives to dentin with different tubule orientations. *Acta Odontologica Scandinavica*, 66(3), 159–168.
10. Atram H, Jakati SV, Aley M, Chachada A, Mankar M. Clearfil Protect Bond™ versus Uni-Etch™ antibacterial self-etchant: A war of giants against shear bond strength. *Indian J Dent Res* 2016;27:54-60.
11. Axelsson P. Etiologic factors involved in dental caries. Diagnosis and risk prediction of dental caries (Axelsson P, ed). First edition. Illinois, Quintessence Publishing Co Inc. Vol. 2000;2, 1-42.
12. Ayaz DF, Tağtekin D, Yanıkoğlu F. Dentine bağlanma ve değerlendirme metodları. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak* 2011;4:49-56.
13. Ayna B, Tüfek E. Diş Hekimliğinde Adeziv Sistemler. *J Dent Fac Atatürk Uni* 2019;29(2):340-349.
14. Bahşi E, Dallı M, Ercan E, İnce B, Şahbaz C, Zorba Y,O. Dört farklı self-etching adeziv sistemlerin dentine makaslama dayanımlarının incelenmesi: *SÜ Dişhek Fak Derg*, 2009;18:20-26.
15. Barkmeier WW, Cooley RL. Laboratory evaluation of adhesive systems. *Oper Dent* 1992;Suppl 5: 50-61.

16. Barrack G: Recent advances in etched cast restorations. *J Prosthet Dent* 1984; 52:619-626.
17. Barutçigil Ç, Barutçigil K, Kürklü D, Harorlı OT. Güncel Dentin Bağlayıcı Ajanların ve Uygulama Yöntemlerinin Makaslama Bağlanma Dayanımlarının Karşılaştırılması. *İÜ Sağlık Bilimleri Derg* 2013;2:27-32.
18. Blunck U, Roulet JF. Marginal adaptation of compomer Class V restorations in vitro. *J Adhes Dent*. 1999;1:143- 151.
19. Bowen RL. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues II. Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer. *J Dent Res*. 1965;44:895–890.
20. Broome JC, Duke ES, Norling BK. Shear bond strengths of composite resins with three different adhesives (Abstract) *J Dent Res*. 1985;64:244.
21. Buonocore M, Wileman W, Brudevold F. A report on a risen composition capable of bonding to human dentin surfaces. *J Dent Res*. 1956;35:846-851
22. Buonocore M. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955;34:849-853.
23. Burrow MF, Nopnakepong U, Phrukkanon S. A comparison of microtensile bond strengths of several dentin bonding systems to primary and permanent dentin. *Dent Mater* 2002;18:239-45.
24. Usha, Sathyanarayanan Ramarao , Bindu Mecra John, Pravcen Rajesh, S Swatha Evaluation of the Shear Bond Strength of Composite Resin to Wet and Dry Enamel Using Dentin Bonding Agents Containing Various Solvents
25. Carvalho RM, Chersoni S, Frankenberger R, Pashley DH, Prati C, Tay FR. A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. *Biomaterials* 2005;26:1035-42.
26. Cengiz T. Bölüm 4: Biyokimyasal yapı. In: *Endodonti*. Barış Yayınları 3. baskı İzmir, 1990: 43-6.
27. Chen C, Niu LN, Xie H, et al. Bonding of universal adhesives to dentine—Old wine in new bottles?. *J Dent* 2015;43:525-36.
28. Clarkson BH. Introduction to cariology. *Dent Clin North Am*. 1999;43: 569-578.
29. Çınar Ç. Çocuk Diş Hekimliğinde Adeziv Sistemlerin Tarihsel Gelişimi ve Sınıflandırılması. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci-Special Topics* 2011;2:1-7.
30. Coessens V, Pintauer T, Matyjaszewski K. Functional polymers by atom transfer radical polymerization. *Prog Polym Sci* 2001;26(3):337-77.

31. da Rosa WLDO, Piva E, da Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2015;43:765-76.
32. Davidson CL, DeGee A. Relocation of polymerization contraction stress by flow in dental composites. *J Dent Res* 1984; 63:146-8.
33. Dayangaç GB. Kompozit Restorasyonlar, 2. Baskı. İstanbul; Quintessence Yayıncılık: 2011. s. 25-57.
34. Dayangaç GB. Kompozit rezin restorasyonlar. Ankara: Güneş Kitabevi Ltd. Şti; 2000.s. 30-59.
35. De Munck J, Braem M, Wevers M, Yoshida Y, Inoue S, Suzuki K, et al. Micro-rotary fatigue of tooth-biomaterial interfaces. *Biomaterials* 2005;26: 1145-1153.
36. De Munck J, Lantudy KV, Peumans M, Poitevin A, Lambrecht P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84:118-32.
37. De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, et al. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res* 2003;82:136-40.
38. Dieng-Sarr F, Sharrock P, Dabsie F, Grégoire G. Modifications of the organic and mineral fractions of dental tissues following conditioning by selfetching adhesives. *J Dent* 2011;39:141-7.
39. Dı Nicolás R, Keiko Shintome L, Myaki S, Nagayassu M. Bond strength of resin modified glass ionomer cement to primary dentin after cutting with different bur types and dentin conditioning. *J Appl Oral Sci.* 2007;15(5):459-64.
40. Dunn JR. iBond: the seventh-generation, one-bottle dental bonding agent. *Compend Contin Educ Dent* 2003;24:14-8.
41. Ekambaram M, Yiu CKY, Matinlinna JP. An overview of solvents in resin-dentin bonding. *Int J Adhes* 2015;57: 22-33.
42. El Kalla IH, Garcia-Godoy F. Bond strength and interfacial micromorphology of four adhesive systems in primary and permanent teeth. *J Dent Child* 1998;65:169-76.
43. Elbay Ü, Tosun G, Yıldız E. Total Etch ve Self Etch Bonding Sistemlerin Süt Dişi Dentinine Bağlanma Dayanımlarının Mikro Gerilme Test Metodu ile İncelenmesi. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci* 2009;15(3):178-85.
44. Eligüzeloğlu E. Son Donem Geliştirilen Adeziv Sistemler. *OMÜ Diş Heki Faki Derg* 2009;10:22-29.
45. Eren D, Bektaş ÖÖ. Dental adezivler. *Cumhuriyet Dental Journal* 2006;9:63-7
46. Erickson RL, Barkmeier WW, Latta MA. The role of etching in bonding to enamel: a comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dent Mater* 2009;25:1459-67.

47. Eshleman JR, Janus CE, Jones CR: Tooth preparation designs for resin- bonded fixed partial dentures related to enamel thickness. *J Prosthet Dent* 1988; 60:18-22.
48. Farah JW. Self-etching bonding agents. *The Dental Advisor* 2003;20:2-4.
49. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Davidson CL. Effect of two etching times on the sealing ability of Clearfil Liner Bond 2 in Class V restorations. *Am J Dent* 1997;10: 66-70.
50. Frank RM, Voegel JC. Ultrastructure of the human odontoblast process and its mineralisation during dental caries. *Caries Res.* 1980;14:367-380.
51. Fujiwara, S., Takamizawa, T., Barkmeier, W. W., Tsujimoto, A., Imai, A., Watanabe, H., Miyazaki, M. (2018). Effect of double-layer application on bond quality of adhesive systems. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 77, 501–509.
52. Fusuyama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of adhesive restorative resin. *J Dent Res* 1979; 58.
53. Giannini M, Makishi P, Ayres APA, et al. Self-Etch Adhesive Systems: A Literature Review. *Braz Dent J* 2015;26:3-10.
54. Gueders AM, Charpentier JF, Albert AI, Geerts SO. Microleakage after thermocycling of 4 etch and rinse and 3 self-etch adhesives with and without a flowable composite lining. *Oper Dent* 2006;31:4505.
55. Gürpınar ÖA, Beklen A, Hukkanen M, Cehreli ZC, Onur MA, Konttinen YT. Effects of two multi-step self-etch primer/adhesives on apoptosis in human gingival fibroblasts in vitro. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006;79:435-40.
56. Hallett KB, Garcia-Godoy F, Trotter AR. Shear bond strength of a resin composite to enamel etched with maleic or phosphoric acid. *Aust Dent J* 1994; 39: 292-7.
57. Hamouda IM, Samra NR, Badawi MF. Microtensile bond strength of etch and rinse versus self-etch adhesive systems. *J Mech Behav Biomed Mater* 2011;4:461-6.
58. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, et al. Bonding effectiveness of a new ‘multi-mode’ adhesive to enamel and dentine. *J Dent* 2012;40:475-84.
59. Hashimoto M, Nagano F, Endo K, Ohno H. A review: biodegradation of resin–dentin bonds. *Jpn Dent Sci* 2011;47:5-12.
60. Hayakawa T, Kikutake-Sugiyama K, Nemoto K. Efficacy of water-soluble photoinitiator on the adhesion of composite resin to bovine teeth in all-in-one bonding system. *Dent Mater J* 2005;24:2138.
61. Hitmi L, Attal JP, Degrange M. Influence of the time-point of salivary contamination on dentin shear bond strength of 3 dentin adhesive systems. *J Adhes Dent.* 1999;1:219–32.
62. Hosoya Y, Goto G. Resin adhesion to the ground primary enamel: influence of etching times and thermal cycling test. *J Clin Pediatr Dent* 1992;17:25-31.

63. Hosoya Y, Kawada E, Ushigome T, Oda Y, GarciaGodoy F. Micro-tensile bond strength of sound and caries-affected primary tooth dentin measured with original designed jig. 2006;77:241-8.
64. Hosoya Y, Kawashita Y, Yoshida M, Suefuji C, Marshall GW Jr. Fluoridated light activated bonding resin adhesion to enamel and dentin: Primary vs permanent. *Pediatr Dent* 1997;19:246-52.
65. Hosoya Y, Shinkawa H, Marshall GW. Influence of Carisolv on resin adhesion for two different adhesive systems to sound human primary dentin and young permanent dentin. *J Dent* 2005;33:283-91.
66. Hosoya Y, Tominaga A, Kakazu K, Nishiguchi M, Kashiwabara Y, Goto G. A comparison of three dentin adhesives to permanent dentin in regard to those of primary dentin. *Pediatr Dent J* 1996;6:23-32.
67. Imazato S, Kinomoto Y, Tarumi H, Ebisu S, Tay FR. Antibacterial activity and bonding characteristics of an adhesive resin containing antibacterial monomer MDPB. *Dent Mater* 2003;19:313-9.
68. Inokoshi S, Hosoda H, Harnirattisai C, Shimida Y, Tatsumi T. A study on the resin-impregnated layer of dentin. Part I. A comparative study on the decalcified and undecalcified section and the application of argon ion beam etching to disclose the resin- impregnated layer of dentin. *Jpn J conserve Dent.* 1990;33:427-442.
69. Inoue S, Van Meerbeek B, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, et al. Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on microtensile bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Dent Mater* 2001;17: 445-455.
70. Jacobsen T, Söderholm KJ. Some effects of water on dentin bonding. *Dent Mater.* 1995;11:132-6.
71. Jensen ME. Chapter 3: Dentin bonding agents. In: Aschheim KW, Dale BG. *Esthetic Dentistry / A clinical approach to techniques and materials*, 2nd ed. St. Louis, Mosby-Year Book Inc, 2001:41-3.
72. Jensen ME. Dentin bonding agents. İçinde: Aschheim KW (editör). *Esthetic Dentistry*, 2. Baskı. 2015: 55-68
73. Kaaden C, Schmalz G, Powers JM. Morphological characterization of the resin-dentin interface in primary teeth. *Clin Oral Investig* 2003;7:235-40.
74. Kanca J. C One step bond strength to enamel and dentin. *Am J Dent* 10: 5-8,1997.
75. Kanca J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent.* 1992;5: 213-215.
76. Kim, Y., Kim, S., Jeong, T., Son, S.-A., & Kim, J. (2016). Effects of Additional Acid Etching on the Dentin Bond Strengths of One-Step Self-Etch Adhesives Applied to Primary Teeth. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 29(2), 110-117.

77. Kiremitçi A, Hürmüzlü F. İki Farklı Dentin Adezivin Kompozitleri Dentine Bağlama Dayanıklılığının Karşılaştırılması. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2001;11:34-7.
78. Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: from first to sixth generation. J Am Dent Assoc (JADA). 2000;13:20-25.
79. Küçükemen Ç, Sönmez H. Bağlayıcı sistemler/Adeziv sistemler/Mine-dentin bonding ajanlar. Akademik Dental Diş Hekimliği Dergisi 2007;9:7-13.
80. Küçükeşmen Ç, Erdoğan Y. Süt ve daimi dişlerde bağlayıcı ajanların etkinliği, biyouyumluluğu ve sitotoksitesisi. SDÜ Tıp Fak Derg 2009;16:48-55.
81. Leinfelder KF. Dentin adhesives for the twenty-first century. Dent Clin North Am. 2001;45(1):1-6.
82. Lenzi, T. L., Gimenez, T., Tedesco, T. K., Mendes, F. M., Rocha, R. de O., & Raggio, D. P. (2015). Adhesive systems for restoring primary teeth: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. International Journal of Paediatric Dentistry, 26(5), 364–375.
83. Lührs AK, Guhr S, Schilke R, Borchers L, Geurtsen W, Günay H. Shear bond strength of self-etch adhesives to enamel with additional phosphoric acid etching. Oper Dent 2008;33:155-62.
84. Magni E, Radovic I, Coniglio I, Papacchini F, Mazzitelli C, Ferrari M. Bonding of self-etching adhesive/flowable composite combinations to enamel and dentin: a microtensile bond strength evaluation. Dent SA 2007;9:6-18.
85. Marshall SJ, Bayne SC, Baier R, Tomsia AP, Marshall GW. A review of adhesion science. Dent Mater 2010;26(2): 11-6.
86. McCabe JF, Walls AWG. Applied Dental Materials. 9th ed. Oxford; Blackwell publishing: 2008. p. 225-44.
87. Mclean JW, Kramer IRH. A clinical and pathological evaluation of a sulphonic acid-activated resin for use in restorative dentistry. Br Dent J. 1952;93:255-269,291-293.
88. Migliau G, Palaia G, Romeo U, Sofan A, Sofan E, Tenore G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. Annali di Stomatologia 2017;VIII (1):1-17.
89. MitraTabari, Samane Gharekhani, Bchnaz Esmaili, Arash Poorsattar, Bejeh Mir, Mobina Mollaci, Mona Alimohammadi, Mahmood Haji Ahmadi .Microleakage of Composite Resin Restorations Using a Type of Fifth and Two Types of Seventh Generations of Adhesive Systems:A Comparative Study.. JDMT, Volume 5, Number 1, March 2016 1.
90. Mjor IA, Gordan VV. Failure, repair , refurbishing and longevity of restorations. Oper Dent 27: 2002, 528-534.

91. Moritz A, Schoop U, Strassl M, Wintner E. Cavity preparation. Oral Laser Application (Moritz A, ed). First edition. Berlin, Quintessenz Verlags. 2006;75-136.
92. Munksgaard EC, Irie M, Asmussen E. Dentine-polymer bond promoted by gluma and various resins. *J Dent Res* 1985;64:1409-11.
93. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NHC. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent* 2013; 41: 404-11.
94. Nair M, Paul J, Kumar S, Chakravarthy Y, Krishna V, Shivaprasad. Comparative evaluation of the bonding efficacy of sixth and seventh generation bonding agents: An In-Vitro study. *J Conserv Dent* 2014;17:27-30.
95. Nakabayshi N, Kojima K, masuhara F, The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth states. *J Biomed Mat Res.* 1982;16: 73-265.
96. Nör JE, Feigal RJ, Dennisson JB, Edwards CA. Dentin bonding: SEM comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. *J Dent Res* 1996;75:1396-403.
97. Owens, B. M., Johnson, W. W., & Harris, E. F. (2006). Marginal Permeability of Self-etch and Total-etch Adhesive Systems. *Operative Dentistry*, 31(1), 60–67.
98. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int.* 1993;24:618-31.
99. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater* 2011;27:1-16.
100. Paul SJ, Leach M, Rueggeberg FA, Pashley DH. Effect of water content on the physical properties of model dentine primer and bonding resins. *J Dent.* 1999;27:209–14.
101. Perdigão J, Gomes G, Gondo R, Fundingsland JW. In vitro bonding performance of all-in-one adhesives. Part I-microtensile bond strengths. *J Adhes Dent* 2006;8:367-73.
102. Perdigão J, Swift EJ. Fundamental concept of enamel and dentin adhesion. İçinde: Roberson TM, Heymann H, Swift EJ (editörler). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*, 5 Baskı. St. Louis, Mo., Mosby, 2006: 243-79.
103. Perdigão J, Swift EJ. Universal Adhesives. *J Esthet Restor Dent* 2015;27:331-4.
104. Reis A, de Carvalho Cardoso P, Vieira LCC, Baratieri LN, Grande RHM, Loguercio AD. Effect of prolonged application times on the durability of resin–dentin bonds. *Dent Mater* 2008;24:639-44.
105. Reis A, Moura SK, Pellizzaro A, et al. Durability of enamel bonding using one-step self-etch systems on ground and unground enamel. *Oper Dent* 2009;34:181-91.
106. Ren, L., Li, M., Pan, Y., & Meng, X. (2018). Influence of Polishing Methods on the Bonding Effectiveness and Durability of Different Resin Cements to Dentin. *BioMed Research International*, 2018, 1–9.

107. Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ Jr. *Sturdevant's Art and science of operative dentistry*. Fifth Edition, St. Louis, Missouri, Elsevier Mosby, 2005: 95-120.
108. Rosa, W. L. de O. da, Piva, E., & Silva, A. F. da. (2015). Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 43(7), 765–776.
109. Ruschel HC, Chevotarese O. Density and diameter of dentinal tubules of first and second primary human molars--comparative scanning electron microscope study. *J Clin Pediatr Dent*. 2002;26:297-304.
110. Rutuja V Chopade, Priyatam M Karade, Anish P Kulkarni, Kavita S Badc, Akash B Lavate, Kirti V Chodankar. An Evaluation and Comparison of Shear Bond Strength of Two Adhesive Systems to Enamel and Dentin: An In Vitro Study. *Journal of International Oral Health* 2016; 8(1):86-89.
111. Sadek FT, Pashley DH, Nishitani Y, et al. Application of hydrophobic resin adhesives to acid-etched dentin with an alternative wet bonding technique. *J Biomed Mater Res A* 2008;84:19-29.
112. Sancakli HS, Yildiz E, Bayrak I, Ozel S. Effect of different adhesive strategies on the post-operative sensitivity of class I composite restorations. *Eur J Dent*. 2014;8:15-22.
113. Sardella TN, de Castro FL, Sanabe ME, Hebling J. Shortening of primary dentin etching time and its implication on bond strength. *J Dent* 2005;33:355-62.
114. Sasaki N, Odajima S. Stress-strain curve and Young's modulus of a collagen molecule as determined by the X-ray diffraction technique. *J Biomech*. 1996;29:655-658.
115. Scheffel DLS, Sacono NT, Ribeiro APD, et al. Immediate human pulp response to ethanol-wet bonding technique. *J Dent* 2015;43:537-45.
116. Sezinando A. Looking for the ideal adhesive-A review. *Rev port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac*. 2014;(4):194-206.
117. Song M, Shin Y, Park JW, Roh BD. A study on the compatibility between one-bottle dentin adhesives and composite resins using micro-shear bond strength. *Restor Dent Endod* 2015;40:30-6.
118. Söderholm KJ. Dental adhesives how it all started and later evolved. *J Adhes Dent*. 2007;9(2):227-230.
119. Sönmez IŞ, Akbayoba A. Self-Etch bir Adezivin Süt Dişi Dentinine Makaslama Bağlanma Direncinin Değerlendirilmesi. *HÜ Diş Hek Fak Derg* 2008;32:49-54.
120. Swift E Jr, Perdigao J, Heymann H. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quintessence Int*. 1995;26:95-110.
121. Swift EI Jr, Bayne SC. Shear bond strength of a newv "oncbottle" dentin adhesive. *Am J Dent*. 1997;10:184-88.

122. Swift EJ. Bonding system for restorative materials a comprehensive review. *Pediatr Dent*. 1998;20: 2.
123. Swift J. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatr Dent* 2002;24:456-61.
124. Swift JEJ, Ritter AV, Heymann HO, Sturdevant JR, Wilder JAD. 36-month clinical evaluation of two adhesives and microhybrid resin composites in Class I restorations. *Am J Dent* 2008;21:148-52.
125. Takahashi, M., Nakajima, M., Hosaka, K., Ikeda, M., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2011). Long-term evaluation of water sorption and ultimate tensile strength of HEMA-containing/-free one-step self-etch adhesives. *Journal of Dentistry*, 39(7), 506–512.
126. Taneja S, Kumari M, Bansal S. Effect of saliva and blood contamination on the shear bond strength of fifth-, seventh-, and eighth-generation bonding agents: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2017;20:157-60.
127. Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic?. *J Can Dent Assoc* 2003;69:726-32.
128. Tay FR, Gwinnett JA, Wei SH. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free acetone-based, singlebottle primer/adhesives. *Dent Mater*. 1996;12: 236-244.
129. Tay FR, Pashley DH, Garcia-Godoy F, Yiu CK. Single-step, self-etch adhesives behave as permeable membranes after polymerization. Part II. Silver tracer penetration evidence. *Am J Dent* 2004;17:315-22.
130. Tay FR, Pashley DH, Kapur RR, et al. Bonding BisGMA to dentin—a proof of concept for hydrophobic dentin bonding. *J Dental Res* 2007;86:1034-9.
131. Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic. *Can Dent Assoc*. 2003;69:726-731.
132. Tjäderhane L, Nascimento FD, Breschi L, et al. Strategies to prevent hydrolytic degradation of the hybrid layer—a review. *Dent Mater* 2013;29:999-1011.
133. Tjan AHL, Castenuovo J, Liu P. Bond strength of multistep and simplified-step systems. *Am J Dent* 9:269-72, 1996.
134. Toledano M, Osorio R, De Leonardi G, Rosales-Leal J I, Caballos L, Cabrerizo-Vilchez MA. Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. *American Journal of Dentistry* 2001;14(4):205-210
135. Torneck CD. Chapter 10: Dentin-Pulp Complex. In: Ten Cate AR. *Oral histology: Development, Structure, and Function*. 4th ed. St. Louis, Mosby-Year Book Inc, 1994:169-217.
136. Torney DL. The retentive ability of acid-etched dentin. *J Prosthet Dent*. 1978;39: 169-172.
137. Tuncer D, Çelik Ç, Çehreli SB, Arhun N. Comparison of microleakage of a multi-mode adhesive system with contemporary adhesives in class II resin restorations. *J Adhesion Science and Technology*. 2014;28: 1288-1297.

138. Tyas MJ, Burrow MF. Adhesive restorative materials: a review. *Aust Dent J* 2004;49:112-21.
139. Vaidyanathan TK, Vaidyanathan J. Review Recent Advances in the Theory and Mechanism of Adhesive Resin Bonding to Dentin: A Critical Review. *Inc. J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater.* 2009;88:558-578 .
140. Van Dijken JW, Hörstedt P. In vivo adaptation of restorative materials to dentin. *J Prosthet Dent.* 1981;56: 677-681.
141. 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 In: G. Eliades DC, Watts T. Eliades, eds. *Dental Hard Tissues and Bonding.* Chapter 5. Springer-Berlin, 2005:891-8.
142. 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. *Dental hard tissues and bonding interfacial phenomena and related properties* (Eliades G, Watts DC, Eliades T, ed). Berlin: Springer. 2005;89-122.
143. Van Landuyt KL, Mine A, De Munck J, et al. Technique sensitivity of water-free one-step adhesives. *Dent Mater* 2008;24:1258-1267.
144. Van Landuyt K, De Munck J, Snauwert J. Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives. *Journal of Dental Research* 2005;84(2):183-188.
145. Van Meerbeek B YY, Lambrechts P, Vanherle G, Wakasa K, Nakayama Y. . Mechanisms of bonding of a resin-modified glass-ionomer adhesive to dentin. *J Dent Res* 1998;77(911): 22-36.
146. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore Memorial Lecture Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status And Future Challenges. *Oper Dent* 2003;28:215-35
147. Van Meerbeek B, Inoue S, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. Enamel and dentin adhesion. *Fundamentals of operative dentistry* (Summitt JB, Robbins JW, Schwartz RS, ed). Second edition. Carol Stream, Quintessence. 2001;178-235.
148. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J.* 2005;24:1–13.
149. Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P, et al. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent* 2001;119-144.
150. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011;27:17-28.
151. Vicente A, Bravo LA, Romero M. Self-etching primer and non-rinse conditioner versus phosphoric acid: alternative methods for bonding brackets. *Eur J Orthod.* 2006;28:173-8.

152. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent* 2014;42:800-7.
153. Watanabe I, Nakabayashi N. Bonding durability of photocured phenyl-P in TEGD to smear layer-retained bovine dentin. *Quintessence Int.* 1993;24: 335-342.
154. William VD, Thayer KE, Denehy GE, Boyer DB: Cast metal resin-bonded prostheses: A 10-year retrospective study. *J Prosthet Dent* 1989; 61:436-441.
155. Yaseen, S., & Subba Reddy, V. (2009). Comparative evaluation of shear bond strength of two self-etching adhesives (sixth and seventh generation) on dentin of primary and permanent teeth: An in vitro study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 27[1], 33.
156. Yip HK, Samaranayake LP. Caries removal techniques and instrumentation: a review. *Clin Oral Investig.* 1998;2: 148-154.
157. Yiu CKY, Garcia-Godoy F, Tay FR, et al. A nanoleakage perspective on bonding to oxidized dentin. *J Dent Res* 2002;81:628-32.
158. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, et al. Adhesion to and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. *J Dent Res* 2001;80:1565-9.
159. Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, et al. Self-assembled nano-layering at the adhesive interface. *J Dent Res* 2012;91:376-81.
160. Zhang ZY, Tian FC, Niu LN, et al. Defying ageing: An expectation for dentine bonding with universal adhesives. *J Dent* 2016;45:43-52.
161. Zorba O, Dört Farklı Self-Etching Bonding Ajanının Biyouyumluluğunun TNF-a ve Diğer Enflamasyon Kriterleri Kullanılarak Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Atatürk Üniv. Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, 2006.
162. Z. Abad-Coronel, C., Naranjo, B., & Valdiviezo, P. Adhesive Systems Used in Indirect Restorations Cementation: Review of the Literature. *Dentistry Journal*, 2019;7(3), 71.
163. Z. El-Kalla IH, Garcia-Godoy F. Bond strength and interfacial micromorphology of compomers in primary and permanent teeth. *Int J Paed Dent.* 1998;8:103-114.

ÖZ GEÇMİŞ

1 Eylül 1995 yılı İstanbul Bayrampaşa doğumluyum. İlköğretimimi 2001 yılında başladığım Fetihtepe İlköğretim Okulun'u 2009 yılında birincilikle tamamladım. 2009 yılında Vefa Anadolu Lisesi'ne başladım. 2012 yılında TÜBİTAK Proje yarışmasında Temel Fizik alanında Türkiye birinciliği kazandım. 2012 EUCYS (European Union Contest for Young Scientists) yarışmasında Avrupa Patent Ofisi En Orijinal Proje ödülü kazandım. 2014 yılında liseden mezun oldum. 2015 yılında İstanbul Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesini kazandım ve halen buradaki eğitimime devam etmekteyim.